

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE EN LA EMPRESA
PRESTADORA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE E.P.S NOR PUNO S.A.”**

PRESENTADA POR:

ESTEFANY GONZALES QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PUNO - PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**Control de calidad de agua potable en la empresa prestadora de
servicio de agua potable E.P.S NOR PUNO S.A.**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PRESENTADA POR:

Estefany Gonzales Quispe

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO QUÍMICO

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 13 DE OCTUBRE DEL 2017

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:

Dr. Gregorio Palomino Cuela

PRIMER MIEMBRO

:

M.Sc. Ciro Hernán Vera Alatriza

SEGUNDO MIEMBRO

:

M.Sc. Moisés Pérez Capa

DIRECTOR/ASESOR DE TESIS

:

M.Sc. Salomón Tiito León

Área: Procesos industriales

Tema: Tratamiento de aguas

Línea: Tecnología ambiental de recursos naturales

DEDICATORIA

A Dios por cuidarme y protegerme en todo momento.

A mis padres por su apoyo y estar siempre a mi lado y ayudándome cuando los he necesitado, son mi mayor motivación para alcanzar mis metas.

A mis hermanos por su cariño y comprensión.

AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas personas que, con su apoyo, colaboración y participación, ayudaron a la finalización de este informe. En especial a:

Mis padres y a todos mis seres queridos.

Director de tesis M.Sc. Salomón Ttito León

Dr. Gregorio Palomino Cuela

M.sc. Ciro H. Vera Alatrística

M.sc. Moisés Pérez Capa

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
ÍNDICE GENERAL	5
INDICE DE FIGURAS	8
INDICE DE TABLAS	8
LISTA DE SÍMBOLOS.....	9
GLOSARIO DE TÉRMINOS	10
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
PRIMERA PARTE	14
REPORTE DE LA ACTIVIDAD LABORAL	14
1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	14
1.1. LÍMITES.....	14
1.2. CLIMA DE AZÁNGARO.....	14
1.3. MEDIOS DE TRANSPORTE.....	14
2. NOMBRE DE LA EMPRESA	15
A.- Razón social de la empresa.....	15
B.- Naturaleza jurídica y actividad	15
B.1.- Directivas	15
C. Situación institucional.....	16
C.1. MISIÓN.....	16
C.2. VISIÓN	16
D. Organigrama de la institución.....	17
SEGUNDA PARTE	20
EXPOSICIÓN ANALÍTICA DE LAS METODOLOGÍAS, RESULTADOS, EXPERIENCIAS Y SOLUCIONES TEÓRICAS PRÁCTICAS	20
CAPÍTULO I	20
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA EN ESTUDIO.....	20
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	21
CAPÍTULO II	22
2. OBJETIVOS FUNCIONALES DEL CENTRO DE TRABAJO	22

2.1. OBJETIVOS	22
2.1.1. Objetivo general.....	22
2.1.2. Objetivos específicos	22
CAPÍTULO III	23
3. MÉTODOS PARA LA SOLUCIÓN DE LOS OBJETIVOS	23
3.1. ASPECTOS GENERALES DEL AGUA	23
3.1.1. Aspectos físicos	23
3.1.2. Aspectos químicos.	24
3.1.3. Aspectos Bacteriológicos.....	24
3.2. CALIDAD DEL AGUA	25
3.2.1. Los parámetros en el agua	25
3.3. FILTRACIÓN.....	35
3.3.1. Galerías filtrantes	35
3.3.2. Clasificación de las galerías.....	37
3.4. PROCESO DE TRATAMIENTO	39
3.4.1. Captación	39
3.4.2. – Filtración.....	39
3.4.3. Cámara de bombeo	41
3.4.4. Desinfección	42
3.4.5. Control de calidad	43
3.4.6. Almacenamiento	45
3.4.7. Distribución	47
CAPÍTULO IV	50
4. SOLUCIONES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS PLANTEADAS	50
4.1. TRABAJOS REALIZADOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.....	50
4.1.1. Programa de control de calidad de agua potable.	50
4.1.2. Actividades del programa de control de calidad.....	51
4.1.3. Determinación del número de muestras y frecuencia del muestreo.	51
4.2. CONTROL DE CALIDAD	51
4.2.1. Determinación de la Dureza Total	52
4.2.2. Determinación de la Dureza Total como Calcio.....	54
4.2.3. Determinación de la Alcalinidad Total	54
4.2.4. Determinación de Cloruros	56

4.2.5. Determinación de Cloro.....	57
4.2.6. Determinación de la Turbiedad.....	57
4.2.7. Determinación de la Conductividad	57
4.2.8. Determinación del pH.....	57
CAPÍTULO V	58
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	58
5.1. BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA.....	58
5.1.1. Balance de materia.....	58
5.1.2. Balance de energía	58
5.2. CÁLCULO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y/O TRATAMIENTO	
ESTADÍSTICO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO.	62
5.2.1. Análisis y control de calidad de las muestras.	62
5.2.2. Trabajos específicos realizados	64
5.2.3. Determinación del número de muestras y frecuencia del muestreo.	65
5.2.4. Inspecciones sanitarias.....	65
CONCLUSIONES	67
SUGERENCIAS.....	68
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS.....	70

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Organigrama estructural de la EPS – NOR PUNO S.A.....	17
Figura 2 Galería filtrante.....	36
Figura 3 Sección transversal del forro filtrante	36
Figura 4 Detalles del pozo ó cámara colectora	37
Figura 5 Tubería de galerías filtrantes	40
Figura 6 Tablero de Control electrónico.....	42
Figura 7 Dosificador de cloro	43
Figura 8 Control de cloro.....	43
Figura 9 Medidor de pH.....	44
Figura 10 Reservorio 01	46
Figura 11 Reservorio 02	46
Figura 12 Puntos de monitoreo de distribución.....	48
Figura 13 Esquema de medición de presión en conexión domiciliaria.....	49
Figura 14 Manómetro	49
Figura 15 Comportamiento de cloro residual en función del tiempo	63
Figura 16 Comportamiento de pH en función del tiempo	64

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Conductividad del agua	26
Tabla 2 Características de la captación de agua	39
Tabla 3 Descripción de los equipos de bombeo	41
Tabla 4 Procedimiento para la toma de muestra.....	44
Tabla 5 Pastillas para determinar pH y cloro.....	45
Tabla 6 Características de los reservorios.....	46
Tabla 7 Metrados de redes de distribución	47
Tabla 8 Interpretación de la Dureza.....	52
Tabla 9 Cálculo de la Pérdida de carga en Accesorios (ha).....	60
Tabla 10 Control de cloro residual	62
Tabla 11 Control de pH	63

LISTA DE SÍMBOLOS

- pH** : Potencial de Hidrogeno.
- Ppm** : Partes por millón.
- mg/l** : Miligramos por litro de solución.
- °C** : Grados Celsius.
- °F** : Grados Farengeith.
- TDS** : Total de sólidos disueltos.
- UTN** : Unidad de turbiedad nefelométrica.
- UFC / 100cm³**: Unidades formadoras de colonias.
- mca** : Metro de columna de agua.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acuífero: Una capa en el suelo que es capaz de transportar un volumen significativo de agua subterránea.

Agua potable: Agua que es segura para beber y para cocinar.

Agua subterránea: Agua que puede ser encontrada en la zona satura del suelo; zona que consiste principalmente en agua. Se mueve lentamente desde lugares con alta elevación y presión hacia lugares de baja elevación y presión, como los ríos y lagos.

Agua superficial: Toda agua natural abierta a la atmósfera, concerniente a ríos, lagos, reservorios, charcas, corrientes, océanos, mares, estuarios y humedales.

Antropogénico: Material o contaminante que resulta de la actividad humana.

Bacteria coliforme: Bacteria que sirve como indicador de contaminantes y patógenos cuando son encontradas en las aguas. Estas son usualmente encontradas en el tracto intestinal de los seres humanos y otros animales de sangre caliente.

Calidad de agua: Este término está vinculado con aquellas características físicas, químicas y biológicas, por medio de las cuales puede determinarse si el agua es adecuada o no para el uso al que se le destina.

Cloración: Proceso de purificación del agua en el cual el cloro es añadido al agua para desinfectarla, para el control de organismos presente. También usado en procesos de oxidación de productos impuros en el agua.

Cloro disponible: Es una medida de la cantidad de cloro disponible en carbonatos de cloro, compuestos del hipoclorito, y otros materiales.

Concentración: La cantidad de material disuelto en una unidad de solución, expresado en mg/L.

Dureza: Es una característica del agua que presenta la concentración total de iones de calcio en el agua.

Dureza total: Es una característica del agua que presenta la concentración total de los iones de calcio y magnesio, expresados como carbonato de calcio.

Escherichia coli (E. coli): Bacteria coliforme que está a menudo asociada con el hombre y desechos a animales y es encontrada en el intestino.

Filtración: Separación de sólidos y líquidos usando una sustancia porosa que solo permite pasar al líquido a través de él.

Impermeable: No penetrable fácilmente por el agua.

Metro de columna de agua: Es una unidad de presión que equivale a la presión ejercida por una columna de agua pura de un metro de altura sobre la gravedad terrestre. Su símbolo es mca. Es una unidad del Sistema técnico de unidades.

Planta de tratamiento: Una estructura construida para tratar el agua residual antes de ser descargada al medio ambiente.

Reservorio: Un área natural o artificial sostenida y usada para almacenar agua.

Sistema de alcantarillado: Tuberías que colectan y transportan aguas residuales desde fuentes individuales hasta una alcantarilla mayor que la transportará a continuación hacia una planta de tratamiento.

Soluto: Materia disuelta en un líquido, como el agua.

Solvente: Sustancia (usualmente líquida) capaz de disolver una o más sustancias.

Turbidez: Medida de la no transparencia del agua debida a la presencia de materia orgánica suspendida.

RESUMEN

La Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de agua potable y alcantarillado EPS. NOR Puno S.A. su principal función es la prestación de servicios de agua potable y alcantarillado de calidad y cantidad, contribuyendo en la mejora de la calidad de vida y el medio ambiente.

El sistema de agua potable de Azángaro actualmente cuenta con una captación tipo galerías filtrantes del río Azángaro, para posterior desinfección, impulsión, almacenamiento y distribución realizando el monitoreo en la parte de producción, control de calidad, presión de las redes de distribución del agua, el abastecimiento de agua es de 15 horas/día aproximadamente. **Funciones principales:** Dotar agua de buena calidad a la población de Azángaro y el Tratamiento de las aguas residuales que genera la población. Entre los **objetivos estratégicos:** Conocer y tratar las expectativas del cliente, en la atención y calidad del servicio; mejorar la situación económica y financiera de la Entidad; elevar la eficiencia y calidad del desempeño del trabajador, contribuir a la no contaminación del río Azángaro.

Fines de la empresa

Misión

La EPS. NOR PUNO S.A. como Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de agua potable y alcantarillado tiene por misión la prestación de servicios de agua potable y alcantarillado de calidad y cantidad, contribuyendo a mejorar la calidad de vida y el medio ambiente.

Visión

Ser reconocidos como la empresa líder a nivel nacional, en servicios de saneamiento siendo valorados por nuestros actuales y potenciales clientes.

INTRODUCCIÓN

El agua, como motor de desarrollo y fuente de riqueza, ha constituido uno de los pilares fundamentales para el progreso del hombre, y la calidad del agua es una variable fundamental del medio hídrico, tanto en lo que respecta a la caracterización ambiental como desde la perspectiva de la planificación hidrológica.

El consumo de agua en la economía humana no cesa de crecer y el abastecimiento de agua dulce se hace cada vez más difícil, en razón del crecimiento poblacional, nivel de vida y el desarrollo acelerado del uso de agua en transformaciones industriales modernas. En las considerables necesidades de la civilización moderna, se está desarrollando procesos del empleo de las aguas de manantiales y acuíferos y una utilización cada vez más intensa de las aguas superficiales; paralelamente también se están desarrollando investigaciones sobre aguas subterráneas, los métodos de recuperación; simultáneamente, tratar las causas de la contaminación que cada vez masivas, más variada y perjudicial, por lo que ahora empieza la época de las alcantarillas para captar y distribuir con eficiencia el agua. El acceso al agua es una necesidad humana fundamental y por ende un derecho humano básico.

Asimismo, la presión demográfica en áreas de fuerte expansión de población puede limitar la oferta a pocos grupos de pobladores dejando gran parte de la población con un servicio deficiente que fuerza en la búsqueda de fuentes alternativas con los costos relacionados (OMS, 1997). De esta manera, los indicadores cuantitativos del servicio de abastecimiento de agua comunitario considerados por varios países (OMS, 1997) incluyen: 1) Calidad, 2) Cobertura, 3) Cantidad, 4) Continuidad y 5) Costo.

Estos indicadores permiten comparar, monitorear y evaluar la eficiencia y adecuación de políticas de abastecimiento a las condiciones locales de las comunidades. Según Naciones Unidas el indicador de acceso a agua apta para consumo humano está relacionado con el estado nutricional de los niños y es un buen indicador de desarrollo humano que, es desagregado a nivel local, es un buen insumo para la evaluación de inequidad social. El indicador tiene en cuenta si el servicio es intra-domiciliar o si está dentro de una distancia de 200 metros de la vivienda y si la disponibilidad diaria es de por lo menos 2 litros diarios por persona de “agua segura” para las necesidades metabólicas, higiénicas y domésticas (ONU, 2003).

PRIMERA PARTE

REPORTE DE LA ACTIVIDAD LABORAL

1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El distrito de Azángaro se encuentra al norte de la ciudad de Puno, en la provincia del mismo nombre, a 148 Km. (1 hora y 15 minutos).

El trabajo se realizó en el distrito de Azángaro, bajo la modalidad de contrato a tiempo definido en campo y oficina, a cargo del departamento de control de calidad y tratamiento de agua residuales en la sub gerencia de operaciones.

- ❖ Región : Puno.
- ❖ Provincia : Azángaro.
- ❖ Institución : Municipalidad Provincial de Azángaro.
- ❖ Área : Sub gerencia de Servicios municipales.
- ❖ Coordenadas : 14° 54' 36" S, 70° 11' 51" W-
- ❖ Altitud : 3859 msnm.

1.1. LÍMITES

La ciudad de Azángaro limita con:

NORTE : La provincia de Carabaya.

ESTE : Con la provincia de San Antonio de Putina y la Provincia de Huancané.

SUR : Con la provincia de San Román y la provincia de Lampa.

OESTE : La provincia de Melgar.

1.2. CLIMA DE AZÁNGARO

Por la localización geográfica de la provincia de Azángaro tiene un clima frígido, con vientos fuertes, la temporada de lluvias es de diciembre a marzo.

1.3. MEDIOS DE TRANSPORTE

La ciudad de Azángaro solo tiene medio de comunicación solo por vía terrestre, lo cual se encuentra comunicado con la provincia de San Román y la Provincia de

Carabaya, cuyas carreteras se encuentran totalmente asfaltadas, cuenta con un terminal terrestre en proceso de construcción, lo cual obligará a las empresas de transporte a hacer servicio de transporte de pasajeros de forma ordenada a otras provincias.

2. NOMBRE DE LA EMPRESA

A.- Razón social de la empresa

Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de agua potable y alcantarillado NOR Puno S.A.

B.- Naturaleza jurídica y actividad

B.1.- Directivas

- LEY GENERAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO

Ley General de Servicios de Saneamiento – Ley N° 26338 del 24.07.1994.

Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento – D.S. N° 023-2005-VIVIENDA del 29.11.2005.

Modifica el TUO del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento – D.S. N° 10-2007-VIVIENDA.

Modifican Art. 103 del TUO del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento – D.S. N° 002-2008-VIVIENDA.

Modifica el TUO del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento – D.S. N° 031-2008-VIVIENDA.

Incorporan Art. 102°-A al TUO del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento – D.S. N° 009-2009-VIVIENDA.

Modifica el TUO del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento – D.S. N° 25 -2009-VIVIENDA.

Modifica el TUO del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento – D.S. N° 15-2010-VIVIENDA.

Modifica el TUO del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento –D.S. N° 19-2010-VIVIENDA.

- PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS

Ley del Procedimiento Administrativo General – Ley N° 27444 del 11.04.2001.

Ley de Simplificación de la Certificación Domiciliaria – Ley N° 28882 del 16.09.2006.

Ley de Silencio Administrativo – Ley N° 29060 publicada el 07.07.2007.

Modifican la Ley del Procedimiento Administrativo General y la Ley del Silencio Administrativo – D.Leg. N° 1029 del 24.06.2008.

- PROTECCIÓN AL CONSUMIDOR

Código de Protección y Defensa del Consumidor – Ley N° 29571, publicada el 02.09.2010.

C. Situación institucional

C.1. MISIÓN

La EPS. NOR PUNO S.A. como Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de agua potable y alcantarillado por misión la prestación de servicios de agua potable y alcantarillado de calidad y cantidad, contribuyendo a mejorar la calidad de vida y el medio ambiente.

C.2. VISIÓN

Ser reconocidos como la empresa líder a nivel nacional, en servicios de saneamiento siendo valorados por nuestros actuales y potenciales clientes.

D. Organigrama de la institución

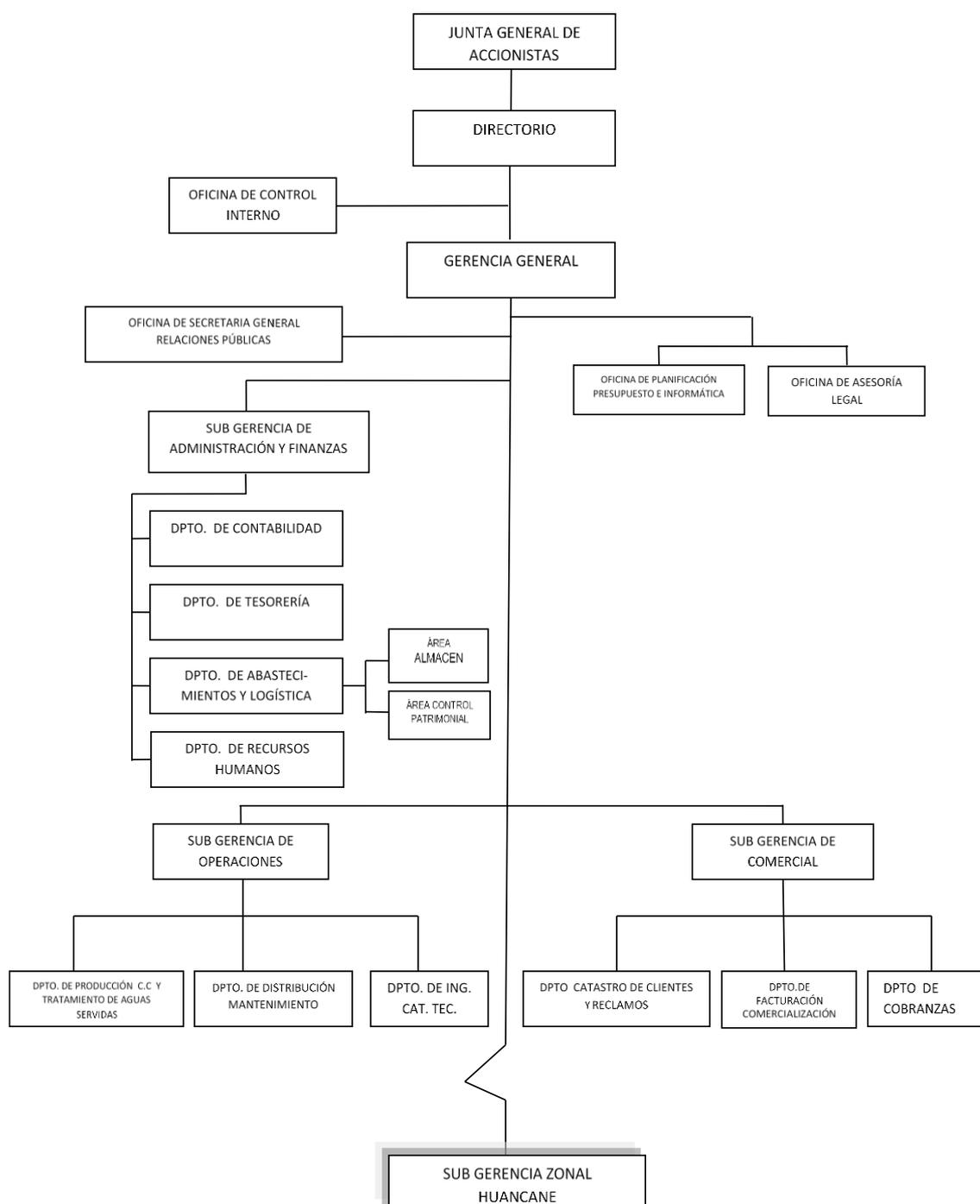


Figura 1 Organigrama estructural de la EPS – NOR PUNO S.A

La empresa prestadora de servicios de saneamiento NOR PUNO su principal función es la prestación de servicios de agua potable y alcantarillado de calidad y cantidad, contribuyendo en la mejora de la calidad de vida y el medio ambiente.

La calidad de vida de la población se encuentra en relación directa con el acceso a que puedan tener a los servicios de saneamiento básico, así como a los servicios preventivos y recuperativos de la salud, ambos aspectos guardan estrecha relación con el nivel de la pobreza de la población.

FUNCIONES PRINCIPALES

- Dotar agua de buena calidad a la población de Azángaro.
- Tratamiento de las aguas residuales que genera la población.

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

- Conocer y tratar las expectativas del cliente, en la atención y calidad del servicio.
- Mejorar la situación económica y financiera de la Entidad.
- Elevar la eficiencia y calidad del desempeño del trabajador.
- Contribuir a la no contaminación del río Azángaro.

REGLAMENTO DE CALIDAD DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO

- 1.- Reglamento de Calidad de la Prestación de Servicios de Saneamiento – RCD N° 011-2007-SUNASS-CD publicado el 05.02.2007.
- Fe de Erratas publicada el 25.02.2007.
- Modifican el Reglamento de Calidad de la Prestación de Servicios de Saneamiento, – RCD N° 088-2007-SUNASS-CD – publicado el 31.12.2007.
- Modifican artículo del Reglamento de Calidad de la Prestación de Servicios de Saneamiento – RCD N° 100-2008-SUNASS-CD.
- Modifican Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento – RCD N° 064-2009-SUNASS-CD, publicada el 31.12.2009.
- Fe de Erratas publicada el 13.01.2010.
- Modifican Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento – RCD N° 061-2010-SUNASS-CD, publicado el 06.01.2011.
- 2.- Prorrogan entrada en vigencia del Reglamento General de Reclamos de Usuarios de Servicio de Saneamiento y del Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento – RCD N° 045-2007-SUNASS-CD publicado el 29.06.2007.

REGLAMENTO GENERAL DE RECLAMOS

- 1.- Aprueban Reglamento General de Reclamos de Usuarios de Servicios de Saneamiento y Documento de Análisis de Impacto Regulatorio – RCD N° 066-SUNASS-CD publicado el 14.01.2007.
- Modifican el Reglamento General de Reclamos de Usuarios de Servicios de Saneamiento – RCD N° 088-2007-SUNASS-CD, publicado el 31.12.2007.
- Modifican Reglamento General de Reclamos de Usuarios de Servicios de Saneamiento – RCD N° 064-2009-SUNASS-CD, publicada el 31.12.2009.
- Fe de Erratas publicada el 13.01.2010.
- 2.- Prorrogan entrada en vigencia del Reglamento General de Reclamos de Usuarios de Servicio de Saneamiento y del Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento – RCD N° 045-2007-SUNASS-CD publicado el 29.06.2007.

SEGUNDA PARTE

EXPOSICIÓN ANALÍTICA DE LAS METODOLOGÍAS, RESULTADOS, EXPERIENCIAS Y SOLUCIONES TEÓRICAS PRÁCTICAS

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA EN ESTUDIO

La contaminación permanente está ligada a procesos naturales, a aguas residuales de origen urbano, al empleo en la agricultura de pesticidas y abonos, a esta se debe tener presente la contaminación ocasional debido a los vertidos intermitentes Antropogénico. Prácticamente cuando más se disminuye la calidad del agua más indispensable es la necesidad de proceder al tratamiento físico - químico y bacteriológico del agua, que cumplan con los niveles de normas de control de la calidad del agua y mayor criticidad para el abastecimiento y consumo humano.

Cada etapa de abastecimiento, cada problema de contaminación, tiene necesidad de un mayor crecimiento de los componentes normales o accidentales del agua y así buscar factores técnicos de desarrollo para superar y solucionar el problema tanto en el control de calidad, proceso de tratamiento y su óptima operación de distribución al consumidor humano de la población.

La Empresa prestadora de Servicios de Saneamiento, es una empresa productora de abastecimiento de agua potable para consumo humano, de alcantarillado sanitario pluvial y servicios de disposición sanitaria de aguas servidas para la ciudad de Azángaro, capital de la provincia de Azángaro de la Región Puno. El sistema de servicio de agua potable comprende por el sistema de producción desde las actividades y operaciones de captación, filtración, desinfección almacenamiento y distribución de agua tratada. El servicio de agua potable por su naturaleza para el consumo humano tiene problemas en el área de captación de agua cruda de diferentes fuentes presenta problemas de contaminación por la presencia de micro algas y alta concentración de sólidos en suspensión, lo cual requiere un tratamiento físico químico cuidadoso y así mismo el crecimiento de la población de la ciudad de Azángaro, crea la necesidad de la ampliación y el desarrollo de nuevas tecnologías de tratamiento de agua para procesar agua potable y un respectivo control de calidad; estos problemas tecnológicos conllevan a desarrollar la implementación de un

laboratorio de control de calidad de agua y la instalación de nueva infraestructura para el tratamiento físico químico de agua apto para el consumo humano, enmarcado dentro de las normas técnicas nacionales de control de calidad del agua "ECA-002-2008" y "normas del ministerio de salud Digesa Perú".

Las actividades citadas, viene a constituir problemas frente al desarrollo de servicio. plantea sus objetivos que es de Normalizar los procesos de tratamiento de agua, para tener agua potable apta para el consumo humano, cumpliendo las normas nacionales y desarrollar los procedimientos físico-químicos y bacteriológicos del agua, con un seguimiento de control de calidad del agua cruda (sin tratar) y agua tratada (agua potable) desde su captación y su real tratamiento, impulsión , almacenamiento y distribución realizando el monitoreo en la parte de producción, calidad, desinfección, presión de las redes de distribución del agua; operaciones y procesos encargados bajo responsabilidad de la gerencia de Operaciones, departamento de producción y tratamiento de aguas.

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

¿En qué medida el proceso de tratamiento de agua potable mediante su captación, filtración, desinfección, almacenamiento y distribución favorecerá en el cumplimiento del control de calidad fisicoquímica y bacteriológica de agua potable; trabajo desarrollado en la E.P.S. NOR PUNO S.A, en la prestación de agua de servicios de agua potable en la ciudad de Azángaro?

CAPÍTULO II

2. OBJETIVOS FUNCIONALES DEL CENTRO DE TRABAJO

2.1. OBJETIVOS

2.1.1. Objetivo general

- Conocer las operaciones unitarias de la Planta de Tratamiento de Agua Potable E.P.S NORPUNO S.A.

2.1.2. Objetivos específicos

- Realizar el balance de materia y energía de la Planta de Tratamiento de Agua.
- Controlar la calidad de agua captada y producida a través de análisis Físico, Químico y bacteriológico.

CAPÍTULO III

3. MÉTODOS PARA LA SOLUCIÓN DE LOS OBJETIVOS

3.1. ASPECTOS GENERALES DEL AGUA

El agua de consumo inocua (agua potable), no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida. Las personas que presentan mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua son los lactantes y los niños de corta edad, las personas debilitadas o que viven en condiciones antihigiénicas y los ancianos. El agua potable es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal. No obstante, puede necesitarse agua de mayor calidad para algunos fines especiales, como la diálisis renal y la limpieza de lentes de contacto, y para determinados usos farmacéuticos y de producción de alimentos. (OMS, 2006)

3.1.1. Aspectos físicos

El agua no debe presentar sabores u olores que pudieran resultar desagradables para la mayoría de los consumidores.

Los componentes microbianos, químicos y físicos del agua pueden afectar a su aspecto, olor o sabor y el consumidor evaluará su calidad y aceptabilidad basándose en estos criterios. Aunque es posible que estas sustancias no produzcan ningún efecto directo sobre la salud, los consumidores pueden considerar que el agua muy turbia, con mucho color, o que tiene un sabor u olor desagradable es insalubre y rechazarla. En casos extremos, los consumidores pueden evitar consumir agua que es inocua pero inaceptable desde el punto de vista estético, y consumir en cambio agua de otras fuentes cuyo aspecto sea más agradable pero que puede ser insalubre. Es, por consiguiente, sensato conocer las percepciones del consumidor y tener en cuenta, además de los valores de referencia relacionados con efectos sobre la salud, criterios estéticos al evaluar sistemas de abastecimiento de agua de consumo y al elaborar reglamentos y normas.

Los cambios en el aspecto, olor y sabor del agua de consumo de un sistema de abastecimiento con respecto a sus características organolépticas normales pueden

señalar cambios en la calidad del agua bruta o cruda (sin tratar) de la fuente o deficiencias en las operaciones de tratamiento, y deben investigarse. (OMS, 2006)

3.1.2. Aspectos químicos.

Los riesgos para la salud asociados a los componentes químicos del agua de consumo son distintos de los asociados a la contaminación microbiana y se deben principalmente a la capacidad de los componentes químicos de producir efectos adversos sobre la salud tras periodos de exposición prolongados. Pocos componentes químicos del agua pueden ocasionar problemas de salud como resultado de una exposición única, excepto en el caso de una contaminación masiva accidental de una fuente de abastecimiento de agua de consumo. Además, la experiencia demuestra que, en muchos incidentes de este tipo, aunque no en todos, el agua se hace imbebible, por su gusto, olor o aspecto inaceptables.

En situaciones en las que no es probable que una exposición de corta duración perjudique la salud, suele ser más eficaz concentrar los recursos disponibles para medidas correctoras en la detección y eliminación de la fuente de contaminación que en instalar un sistema caro de tratamiento del agua de consumo para la eliminación del componente químico. (OMS, 2006).

3.1.3. Aspectos Bacteriológicos.

La garantía de la inocuidad microbiana del abastecimiento de agua de consumo se basa en la aplicación, desde la cuenca de captación al consumidor, de barreras múltiples para evitar la contaminación del agua de consumo o para reducirla a niveles que no sean perjudiciales para la salud. La seguridad del agua se mejora mediante la implantación de barreras múltiples, como la protección de los recursos hídricos, la selección y aplicación correctas de una serie de operaciones de tratamiento, y la gestión de los sistemas de distribución (por tuberías o de otro tipo) para mantener y proteger la calidad del agua tratada. La estrategia preferida es un sistema de gestión que hace hincapié en la prevención o reducción de la entrada de patógenos a los recursos hídricos y que reduce la dependencia en las operaciones de tratamiento para la eliminación de patógenos. (OMS, 2006).

3.2. CALIDAD DEL AGUA

El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria. (OMS, 2006). Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial.

Es importante anotar que la evaluación de la calidad del agua se realiza usando técnicas analíticas adecuadas para cada caso. Para que los resultados de estas determinaciones sean representativos, es necesario dar mucha importancia a los procesos de muestreo y a las unidades y terminología empleadas.

Para una correcta interpretación de los datos obtenidos, los resultados de los análisis deben manejarse estadísticamente, teniendo en cuenta la correlación de iones, los factores que gobiernan el comportamiento de los componentes del agua, etcétera. El uso de gráficos ayuda a mostrar las relaciones físicas y químicas entre el agua, las fuentes probables de contaminación o polución y el régimen de calidad y, por tanto, a realizar adecuadamente la evaluación de los recursos hídricos. (OMS, 2006)

3.2.1. Los parámetros en el agua

Analizar el agua implica conocer los diferentes parámetros físicos, bacteriológicos y químicos presentes en ella. En el presente informe abarcamos la medición de los parámetros físicos químicos y bacteriológicos.

3.2.1.1. Parámetros Físicos

Dentro de los parámetros físicos tenemos:

- Conductividad eléctrica.
- pH.
- Color, olor y sabor.
- Turbidez.

- Temperatura.
- Sólidos.

Conductividad eléctrica

El agua pura se comporta como aislante eléctrico, siendo las sustancias en ella disueltas las que proporcionan al agua la capacidad de conducir la corriente eléctrica. Se determina mediante electrometría con un electrodo conductimétrico, expresándose el resultado en microsiemens cm^{-1} ($\mu\text{S cm}^{-1}$). Es una medida indirecta de la cantidad de sólidos disueltos estando relacionados ambos mediante la expresión empírica.

$$SD \text{ (mg/L)} = 0,8 \cdot \Lambda_0 \text{ (}\mu\text{S cm}^{-1}\text{)}$$

Las muestras deben analizarse preferiblemente “in situ”, o conservarse en frascos de polietileno, nunca de vidrio sódico, en nevera (2-4 °C) y obscuridad durante un máximo de 24 h, teniendo la precaución de mantener a 25 °C antes de realizar la determinación.

Tabla 1 Conductividad del agua

Tipo de agua	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)
Agua ultrapura	0,055 $\mu\text{S/c}$
Agua destilada	0,5 $\mu\text{S/cm}$
Agua de montaña	1,0 $\mu\text{S/cm}$
Agua doméstica	500 a 800 $\mu\text{S/cm}$
Max. para agua potable	1055 $\mu\text{S/cm}$
Agua de mar	56mS/cm
Agua salubre	100mS/cm

Fuente: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano
DS N° 031 – 2010 (Perú).

pH

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la

coagulación y la desinfección. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 5 a 9. Cuando se tratan aguas ácidas, es común la adición de un álcali (por lo general, cal) para optimizar los procesos de coagulación. En algunos casos, se requerirá volver a ajustar el pH del agua tratada hasta un valor que no le confiera efectos corrosivos ni incrustantes. Se considera que el pH de las aguas tanto crudas como tratadas debería estar entre 5,0 y 9,0. Por lo general, este rango permite controlar sus efectos en el comportamiento de otros constituyentes del agua. Las guías canadienses han establecido el rango de pH 6,5 a 8,5 para el agua potable.

Color, Olor y Sabor: Son lo que se denomina propiedades organolépticas o determinables por los sentidos. No suelen ser una medida precisa del nivel de contaminación, aunque su presencia es un indicio de que la depuración de un efluente no está siendo correcta. Tiene gran importancia en el agua potable, por el rechazo que puede darse en el consumidor al detectar colores, olores o sabores que no asocie con “agua pura”.

- **Color** (UNE-EN ISO 7887:1995): No existe una relación directa entre color y grado de contaminación, pues al tratarse de un parámetro fuertemente influido por interferencias con otras sustancias coloreadas, es difícil su evaluación absoluta. Dado que muchas de las sustancias coloreadas se degradan con el tiempo, la determinación del color se debe realizar en las veinticuatro horas posteriores a la toma de muestra, conservándose las mismas refrigeradas (2-5 °C) y en la oscuridad. La determinación del color se efectúa visualmente empleando luz diurna difusa sobre fondo blanco, o mediante el uso de un espectrofotómetro visible. El color que presenta el agua puede ser aparente (agua bruta) o verdadero (agua sin sólidos en suspensión).

- **Olor:** Generalmente los olores son producidos por sustancias volátiles (COV's) o gaseosas (H₂S, NH₃, etc.), y suelen ser debidos a materia orgánica en descomposición o productos químicos producidos o empleados en la industria y tratamiento de aguas residuales. El olor se determina por sucesivas diluciones de la muestra original con agua inodora (T° ≈ 40 °C) hasta que es indetectable (umbral de percepción), siendo un ensayo muy subjetivo y de escasa reproducibilidad. Las muestras deben conservarse en vidrio un máximo de 6 h a 2-5 °C.

- **Sabor:** Suele estar íntimamente asociado al olor (respuesta fisiológica parecida). Algunas sustancias, como es el caso de sales de cobre, zinc o hierro, pueden modificar el

sabor, sin alterar el color del efluente. Su determinación se efectúa, al igual que el olor, por dilución hasta determinar el umbral de percepción y sólo se realizará con muestras que sean sanitariamente aptas para consumo humano.

Turbidez

La turbiedad es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etcétera). La turbiedad es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que, por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado. La medición de la turbiedad se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro. Las unidades utilizadas son, por lo general, Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT).

Últimamente, ha cobrado importancia la presencia de fibras de asbesto desprendidas de los accesorios de asbesto-cemento de los sistemas de distribución como un factor causante de turbiedad en las aguas de consumo humano. En la práctica, la remoción de la turbiedad no es un proceso difícil de llevar a cabo en una planta de clarificación de agua; sin embargo, es uno de los que más influye en los costos de producción, porque, por lo general, requiere usar coagulantes, acondicionadores de pH, ayudantes de coagulación, etcétera. El diseño de los sistemas de remoción de turbiedad debe considerar no solo el tipo de partículas existentes (origen, estructura, composición y forma) sino también su tamaño y comportamiento. Aunque no se conocen los efectos directos de la turbiedad sobre la salud, esta afecta la calidad estética del agua, lo que muchas veces ocasiona el rechazo de los consumidores. Por otra parte, como señala Castro de Esparza (1), los estudios elaborados por Tracy y por Sanderson y Kelly han demostrado que, en el proceso de eliminación de los organismos patógenos, por la acción de agentes químicos como el cloro, las partículas causantes de la turbiedad reducen la eficiencia del proceso y protegen físicamente a los microorganismos del contacto directo con el desinfectante. Por esta razón, si bien las normas de calidad establecen un criterio para turbiedad en la fuente de abastecimiento, esta debe mantenerse mínima para garantizar la eficacia del proceso de desinfección. Los estándares que recomienda la OMS (Organización Mundial de la Salud) establecen que las aguas de consumo humano deben tener preferentemente una UNT y en ningún caso más de 5 UNT. Las Guías de Calidad para Aguas de Consumo Humano de la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan como valor guía 5 UNT. La

OMS indica, sin embargo, que, para una desinfección eficiente, el agua filtrada debería tener una turbiedad promedio menor o igual a una UNT.

Temperatura

La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. La actividad biológica aproximadamente se duplica cada diez grados, aunque superado un cierto valor característico de cada especie viva, tiene efectos letales para los organismos. Un aumento anormal (por causas no climáticas) de la temperatura del agua, suele tener su origen en el vertido de aguas utilizadas en procesos industriales de intercambio de calor. La temperatura se determina mediante termometría realizada “in situ”.

Sólidos

Se denomina así a los residuos que se obtienen como materia remanente luego de evaporar y secar una muestra de agua a una temperatura dada.

Según el tipo de asociación con el agua, los sólidos pueden encontrarse suspendidos o disueltos.

Las partículas pueden estar:

- Disueltas (hasta un milimicrómetro), en cuyo caso físicamente no influirán en la turbiedad, pero sí podrían definir su color u olor.
- Formando sistemas coloidales (1 a 1 000 milimicrómetros), que son las causantes de la turbiedad neta del agua.
- En forma de partículas suspendidas (por encima de 1 000 milimicrómetros), las cuales caen rápidamente cuando el agua se somete a reposo.
- Es necesario aclarar que las pruebas analíticas para determinar las formas de los residuos no determinan sustancias químicas específicas y solo clasifican sustancias que tienen propiedades físicas similares y comportamiento semejante frente a las diferentes condiciones ambientales.

Sólidos totales: Corresponden al residuo remanente después de secar una muestra de agua. Equivalen a la suma del residuo disuelto y suspendido.

El residuo total del agua se determina a 103 –105 °C.

Equivalencias:

Sólidos totales = sólidos suspendidos + sólidos disueltos

Sólidos totales = sólidos fijos + sólidos volátiles

Sólidos disueltos o residuos disueltos: Mejor conocidos como sólidos filtrables, son los que se obtienen después de la evaporación de una muestra previamente filtrada.

Comprenden sólidos en solución verdadera y sólidos en estado coloidal, no retenidos en la filtración, ambos con partículas inferiores a un micrómetro (1 μ).

Sólidos en suspensión: Corresponden a los sólidos presentes en un agua residual, exceptuados los solubles y los sólidos en fino estado coloidal.

Se considera que los sólidos en suspensión son los que tienen partículas superiores a un micrómetro y que son retenidos mediante una filtración en el análisis de laboratorio.

Sólidos volátiles y fijos: Los sólidos volátiles son aquellos que se pierden por calcinación a 550 °C, mientras que el material remanente se define como sólidos fijos. La mayor parte de los sólidos volátiles corresponden a material orgánico. Los sólidos fijos corresponden, más bien, a material inorgánico.

3.2.1.2. Parámetros Químicos

Los principales parámetros químicos que se miden para determinar la calidad del agua son:

- ✓ Alcalinidad total
- ✓ Alcalinidad parcial y total
- ✓ Acidez
- ✓ Acidez total
- ✓ Ácido ascórbico
- ✓ Ácido cianúrico

- ✓ Aluminio
- ✓ Amoniac rango alto
- ✓ Amoniac rango bajo
- ✓ Boro
- ✓ Bromo
- ✓ Cianuro
- ✓ Cloro Libre
- ✓ Cloro Total
- ✓ Dióxido de Cloro
- ✓ Cobre rango bajo
- ✓ Cobre rango medio
- ✓ Cobre rango alto
- ✓ Cromo (hexavalente)
- ✓ Cromo VI rango alto
- ✓ Detergentes
- ✓ Dureza total
- ✓ Dureza total y calcio
- ✓ Dureza total y magnesio
- ✓ Fenoles
- ✓ Fluoruro
- ✓ Formaldehido
- ✓ Fosfato rango alto
- ✓ Fosfato rango bajo
- ✓ Fósforo
- ✓ Glicoles
- ✓ Hidróxido
- ✓ Hierro rango alto
- ✓ Hierro rango bajo
- ✓ Hipoclorito
- ✓ Manganeso rango alto
- ✓ Manganeso rango bajo
- ✓ Molíbdeno
- ✓ Níquel rango alto
- ✓ Nitratos

- ✓ Nitritos rango alto
- ✓ Nitritos rango bajo
- ✓ Oxígeno disuelto
- ✓ Ozono
- ✓ Peróxido de hidrógeno
- ✓ Plata
- ✓ Sílice
- ✓ Yeso
- ✓ Yodo
- ✓

Alcalinidad

La alcalinidad es un parámetro que determina la capacidad de un agua para neutralizar los efectos ácidos que sobre ella actúen. Los constituyentes principales de la alcalinidad son los bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}), e hidróxidos (OH^-). La alcalinidad proviene de los minerales que se encuentran en forma de carbonatos y bicarbonatos (Na_2CO_3 , $NaHCO_3$, por ejemplo), que disuelve el agua en su contacto con las capas de estratos, y también por la acción del CO_2 atmosférico al disolverse en el agua.



Ácido Carbónico



Bicarbonato



Carbonato

La alcalinidad es de primordial importancia en algunos procesos que se llevan a cabo en sistemas de tratamiento de aguas, ya que, entre otras características, la presencia de alcalinidad en sus diferentes formas es necesaria para evitar los cambios bruscos de pH, y también es un componente que forma parte de las reacciones químicas en procesos tales como la coagulación y floculación o en la precipitación de calcio y magnesio para

remoción de la dureza por medio del proceso cal soda. Si se agrega ácido al agua, las reacciones 1, 2 y 3 anteriores se desplazan de derecha a izquierda, desprendiéndose CO_2 del agua y anulando parcialmente los efectos del ácido. Si se agrega un álcali, el ión hidrógeno que se produce en las reacciones 2 y 3, reacciona para formar agua con el hidroxilo que se encuentra en el álcali agregado y también anula parcialmente los efectos alcalinos, y de esta manera la alcalinidad del agua ejerce un efecto buffer o amortiguador de cambios bruscos de pH.

Dureza

La dureza del agua se debe a la presencia de cationes como: calcio, magnesio, estroncio, bario, fierro aluminio, y otros metales que se encuentran presentes en forma de sólidos disueltos. De éstos, el calcio y el magnesio son los más abundantes, por lo que casi siempre la dureza está directamente relacionada con la concentración de éstos dos elementos. Desde el punto de vista sanitario, la dureza del agua no tiene ninguna relación con la salud, por lo que es irrelevante consumir agua de alta o baja dureza, sin embargo, el exceso de dureza hace el agua desagradable para su empleo en servicios y en la industria. Si la cantidad de calcio y magnesio es muy alta, cuando el agua se evapora o cuando cambian sus condiciones, se satura la solución y se forma un precipitado de carbonato de calcio y de hidróxido de magnesio que causan formación de sarro en equipos y tuberías y en algunos equipos industriales dañan éstos irreversiblemente. Para disminuir la dureza a valores adecuados, se emplean resinas de intercambio iónico o se emplea el proceso de precipitación química de calcio y magnesio.

Cloruros

Las aguas superficiales normalmente no contienen cloruros en concentraciones tan altas como para afectar el sabor, excepto en aquellas fuentes provenientes de terrenos salinos o de acuíferos con influencia de corrientes marinas.

En las aguas superficiales por lo general no son los cloruros sino los sulfatos y los carbonatos los principales responsables de la salinidad.

A partir de ciertas concentraciones, los cloruros pueden ejercer una acción disolvente sobre ciertas sales presentes en el agua y también sobre algunos componentes del cemento, al impartirles una acción corrosiva y erosionante, en especial a pH bajo.

Por sus características químicas y la gran solubilidad de la mayoría de los cloruros, su remoción requiere métodos sofisticados y costosos, muchos de ellos impracticables, especialmente cuando se trata de volúmenes relativamente altos.

El método tradicional, que puede resultar más eficiente y práctico, es el de la destilación. Actualmente se está trabajando en este campo para lograr unidades que aprovechen la energía solar y eliminen los cloruros de manera eficiente y a bajo costo. Este sistema puede resultar especialmente útil en comunidades costeras cuya única fuente sea el agua del mar.

Los límites fijados en el agua por las normas de calidad se sustentan más en el gusto que le imparten al agua que en motivos de salubridad.

Tomando en cuenta el límite de percepción del sabor de los cloruros en el agua, se ha establecido un límite de 250 mg/L (ppm) en aguas de consumo, concentración que puede ser razonablemente excedida según las condiciones locales y la costumbre de los consumidores. La OMS considera que, por encima de esta concentración, los cloruros pueden influir en la corrosividad del agua.

Sulfatos

Los sulfatos son un componente natural de las aguas superficiales y por lo general en ellas no se encuentran en concentraciones que puedan afectar su calidad. Pueden provenir de la oxidación de los sulfuros existentes en el agua y, en función del contenido de calcio, podrían impartirle un carácter ácido.

Los sulfatos de calcio y magnesio contribuyen a la dureza del agua y constituyen la dureza permanente. El sulfato de magnesio confiere al agua un sabor amargo.

Un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor al agua y podría tener un efecto laxante, sobre todo cuando se encuentra presente el magnesio. Este efecto es más significativo en niños y consumidores no habituados al agua de estas condiciones.

Cuando el sulfato se encuentra en concentraciones excesivas en el agua ácida, le confiere propiedades corrosivas.

La remoción de sulfato puede resultar costosa y requerir métodos complicados, por lo cual es preferible elegir fuentes naturales con niveles de sulfato por debajo de los límites aconsejados.

Por sus efectos laxantes, su influencia sobre el sabor y porque no hay métodos definidos para su remoción, la OMS recomienda que, en aguas destinadas al consumo humano, el límite permisible no exceda 250 mg/L, pero indica, además, que este valor guía está destinado a evitar la probable corrosividad del agua. Las Guías de calidad para agua potable en el Perú recomiendan un máximo de 250 mg/L.

3.2.1.3. Parámetros Bacteriológicos

Los principales parámetros bacteriológicos en el agua son:

- ✓ Cuenta total viable de microorganismos mesofílicos aerobios.
- ✓ Coliformes fecales y totales.
- ✓ Estreptococos fecales.
- ✓ Presencia de *Vibrio* sp.
- ✓ Presencia de *Salmonella* sp.

3.3. FILTRACIÓN

3.3.1. Galerías filtrantes

La galería filtrante es un conducto casi horizontal permeable (semejante a un dren subterráneo), cerrado, enterrado, rodeado de un estrato filtrante, y adyacente a una fuente de recarga superficial que permite interceptar el flujo natural del agua sub superficial. La galería filtrante termina en una cámara de captación donde el agua acumulada puede ser bombeada o derivada directamente por gravedad. (SEGARPA /01.)

En general, las galerías son obras destinadas a la captación y conducción del agua subterránea hasta un punto determinado, bien sea para su distribución o para consumo. Para efectos del presente documento, se consideran como galerías a los sistemas de captación de aguas subálveas o sub superficiales ubicadas en los lechos de los ríos o sus márgenes por medio de drenes o bóvedas. (OPS/CEPIS/02.61).



Figura 2 Galería filtrante

Fuente: (OPS/CEPIS/02.61).

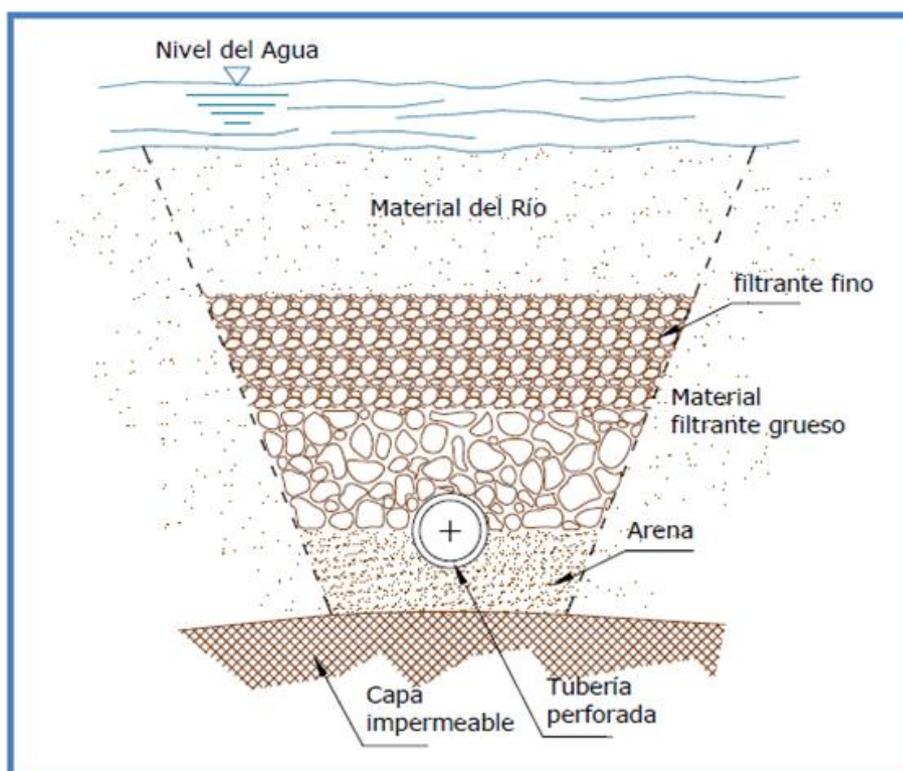


Figura 3 Sección transversal del forro filtrante

Fuente: OPS/CEPIS/02.61

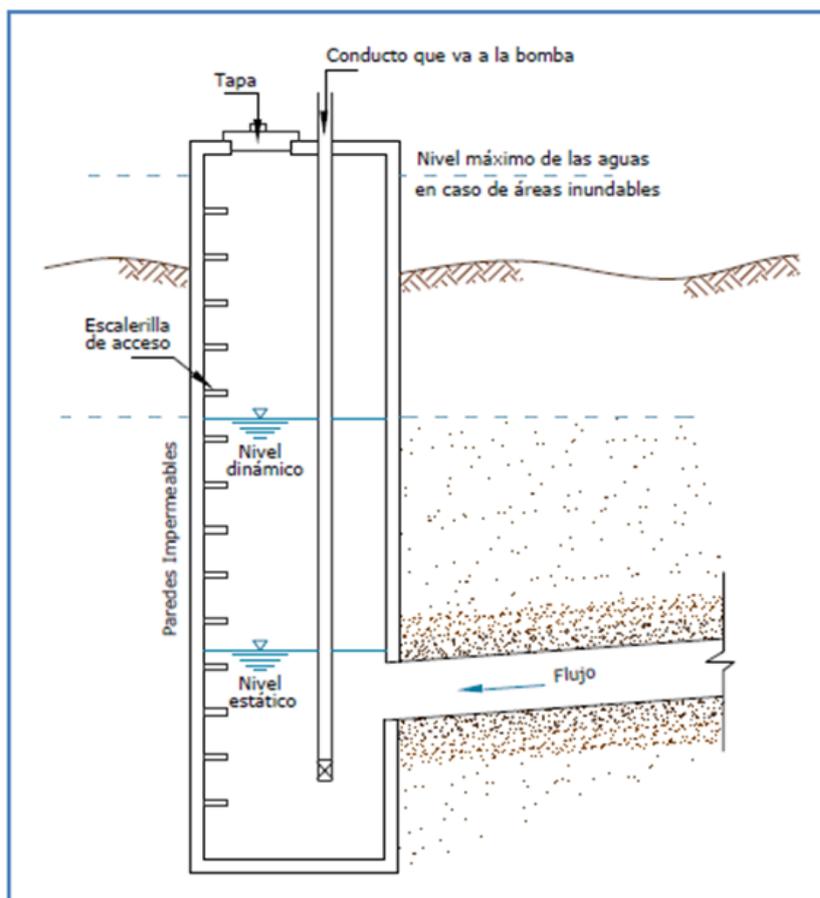


Figura 4 Detalles del pozo ó cámara colectora

Fuente: OPS/CEPIS/02.61.

3.3.2. Clasificación de las galerías

3.3.2.1. Según características constructivas

Las galerías pueden ser clasificadas como: a) galerías propiamente dichas, b) zanjas o trincheras, c) drenes y d) captaciones mixtas.

a) Galerías propiamente dichas: Son excavaciones horizontales que se inician con un emboquillado o boca de entrada, desde donde se procede a excavar la galería propiamente dicha. La parte inferior de la galería se encuentra ubicada por debajo del nivel de agua en la zona de saturación, y la parte superior en la zona húmeda. La sección transversal tiene dimensiones suficientes como para permitir el desplazamiento de los equipos y de las personas encargadas de su construcción.

Usualmente las secciones son de 1,80 x 0,80 m, con pendientes del piso comprendidas entre uno y diez por mil. Para facilitar los trabajos, deben excavar pozos de ventilación

cada 40 o 100 m a fin de ventilar la galería y para retirar los materiales provenientes de la excavación.

b) Zanjas o trincheras: están compuestas por excavaciones a cielo abierto, utilizadas fundamentalmente cuando el agua subterránea está muy próxima a la superficie del suelo y no se requieren provocar grandes descensos del nivel freático. Normalmente, las profundidades no exceden los seis metros. Este tipo de obra está expuesta a problemas de crecimiento de algas, erosión, obstrucción por vegetación o contaminación superficial.

c) Drenes: están compuestos por perforaciones horizontales o excavaciones de zanja en cuyo interior o fondo se instalan tuberías perforadas conocidas como drenes. Estos drenes se instalan en la zona húmeda del acuífero y se encuentran cubiertos con material seleccionado para garantizar un adecuado rendimiento. En el caso del tipo zanja, el relleno se efectúa con el material proveniente de la excavación y se concluye con el sellado de la superficie para minimizar la contaminación del agua por infiltración de las aguas superficiales. Normalmente, los diámetros de los drenes son mayores a 200 mm, con pendientes que fluctúan entre uno y cinco por mil. Dependiendo de la longitud de los drenes y del número de ellos, se instalan buzones de reunión.

d) Captaciones mixtas: las galerías propiamente dichas y los drenes pueden combinarse con las captaciones verticales, dando como resultado captaciones del tipo mixto representadas por los pozos radiales, que se ejecutan cuando el nivel de las aguas subterráneas se encuentra a mucha profundidad y hace económicamente inviable la construcción de cualquier otro tipo de galería. La obra consiste en la construcción de un pozo vertical que se prolonga hasta llegar al nivel freático, desde donde se inicia la construcción de uno o más emboquillados o bocas de entrada, mayormente en sentido perpendicular a la dirección del flujo de las aguas subterráneas. En el caso de las galerías propiamente dichas, las secciones y pendientes son similares a las señaladas anteriormente y si la longitud de cada ramal es mayor a 50 m, es conveniente la construcción de pozos para ventilación y para la extracción del material de excavación cada 50m. (OPS/CEPIS/02.61).

3.4. PROCESO DE TRATAMIENTO

3.4.1. Captación

La Planta de Tratamiento de Yaraja se capta de la fuente superficial que proviene del Rio Azángaro mediante galerías filtrantes. Está ubicada en la zona sur de la ciudad el caudal promedio del Rio es de 52.50 m³/s en la cota de terreno de 3852 m.s.n.m. coordenadas UTM 8352329N, 372164E en la margen izquierda del río. El agua es captada por galería de filtros de 8 pulgadas de material PVC. La represa construida en el año 2007 mediante una línea de 10pulgadas que llega a un buzón de inspección a una cota de 3852msnm y coordenadas UTM E372081, N8352329. Cabe resaltar que la captación se encuentra en buen estado.

3.4.2. – Filtración

La EPS NOR PUNO S.A. cuenta con filtros rápidos de arena. El proceso de tratamiento es mediante tres (03) **Galerías filtrantes** las cuales están ubicadas en las riveras del Rio Azángaro, Cuenca del rio Ramis a una distancia de 17 metros.

3.4.2.1. Galerías Filtrantes

La galería filtrante está conformada por dos (02) buzones de arranque estructuras de concreto (con una antigüedad de 40 años) ubicadas a 3,5 km de la ciudad, el cual tiene un caudal disponible de 38 L/s. Los buzones de arranque interconectados mediante tubería de 8pulgadas para luego ir con dirección a la cámara de reunión ubicada a una cota de 3856msnm, con coordenadas UTM E371952, N8352144.

Tabla 2 Características de la captación de agua

Captación	Cota (msnm)	Estado	Caudal (l/s)	Antigüedad (Años)
Rio Azángaro	3860	Bueno	38	40

Fuente: Elaboración propia.

– GALERÍA FILTRANTE R1:

Se encuentra ubicado a 0,9km de la planta de tratamiento se capta agua cruda a través de tuberías extendidas en el subsuelo, y se transporta a través de la línea de conducción de 8 pulgadas de diámetro por gravedad, las dimensiones aproximadas de la galería son:

Largo = 4,0 metros Ancho = 3,00 metros Altura = 1,80metros

– **GALERÍA FILTRANTE R2:**

Se encuentra ubicada a 1,2km de la planta, la cual capta agua cruda a través de galerías filtrantes compuestas de arena seleccionada en distintas capas, y se transporta a través de la línea de conducción de 8 pulgadas de diámetro por gravedad, las dimensiones aproximadas de la galería son:

Largo = 3,5 metros Ancho = 2,50 metros Altura = 0,50metros

– **GALERÍA FILTRANTE R3:**

Se encuentra ubicado a 1,5km de la planta, la cual capta agua cruda través de galerías filtrantes compuestos de arena seleccionada en distintas capas, y se transporta a través de la línea de conducción de 8 pulgadas de diámetro de material PVC por gravedad, las dimensiones aproximadas de la galería son:

Largo = 3,5 metros Ancho = 2,50 metros Altura = 1,80metros

Las cuales por gravedad van hacia un pozo recolector de 7m de profundidad de concreto armado y encima de esta se a anclado 02 electrobomba de 75HP c/u y seguidamente se realiza el proceso de desinfección con cloro.



Figura 5 Tubería de galerías filtrantes

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Cámara de bombeo

La cámara de bombeo son un conjunto de estructuras, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan hacia el reservorio cuenta con:

Tabla 3 Descripción de los equipos de bombeo

DESCRIPCIÓN	ELECTROBOMBA CENTRIFUGA TURBINA VERTICAL DE POZO PROFUNDO	MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL, EJE HUECO
UNIDAD	UNID	UNID
CANTIDAD	2	2
MARCA	WARSON	US MOTORS
MODELO	11WH	RUSI
PROCEDENCIA	MEXICO	USA
CARACTERÍSTICAS	CAUDAL 50L/S ALTURA 84m EFICIENCIA 86% TRIFÁSICO DE 75 HP.	POTENCIA Mecánica DE 75HP, EFICIENCIA DE 95% VOLTAJE: 440VAC, TRIFÁSICO, POTENCIA DE 60HZ, VELOCIDAD NOMINAL DE 1800RPM, 4 POLOS, FUNCIONAMIENTO CONTINUO, NORMA: NEMA, T° 20°C; TIPO DEL EJE DE MOTOR: HUECO.

Fuente: Área de control de calidad.

Además, cuenta la cámara de bombeo con dos (02) tableros de control electrónicos, los cuales operan inter diario (un tablero de control por día) al igual que las electrobombas.

El agua potabilizada es conducida al reservorio mediante de una tubería de 12 pulgadas de una distancia de 257 metros además una tubería de fierro fundido de 8 pulgadas de 52 metros haciendo un total de 309 metros de red de impulsión y está ubicado a una altura de 65 metros. Donde es distribuida a toda la población usuaria de la localidad de Azángaro con un abastecimiento de 15 horas/día aproximadamente.



Figura 6 Tablero de Control electrónico

Fuente: Área de control de calidad.

3.4.4. Desinfección

Se cuenta con equipo clorador, balón de cloro Líquido que se encuentra en la planta de bombeo, la desinfección se realiza mediante inyección directa; Los análisis del agua son realizados en los laboratorios certificados por EMSA PUNO, DIRESA PUNO.

La desinfección del agua en las plantas de tratamiento de agua se realiza con cloro y, por ello, el término desinfección comúnmente se substituye por cloración.

A continuación, se presenta las características generales de los equipos principales que componen el sistema de desinfección.

CONTENIDO DE GAS CLORO

Cantidad : 10 libras.

Capacidad : 68 kilogramos.



Figura 7 Dosificador de cloro
Fuente: Área de control de calidad.



Figura 8 Control de cloro
Fuente: Área de control de calidad.

3.4.5. Control de calidad

3.4.5.1. Control de pH y Cl₂ de las redes de distribución.

METODOLOGÍA

La metodología aplicada para la obtención de los resultados son las siguientes:

- a) Método comparador, el método comparador se realiza de manera in situ para saber la cantidad de pH y cloro residual presente.

Dejar correr el agua de unos 3 a 5 minutos para proceder a la toma de muestra en el tubo de ensayo añadiendo las pastillas de pH, luego se procede a agitarlo para que se disuelva, una vez homogeneizado se procede a comparar con los colores para saber la cantidad de pH y cloro residual.

Tabla 4 Procedimiento para la toma de muestra

<p>PASO 1:</p> <p>Abrir el caño y dejar correr el agua de 3 a 5 minutos.</p>	<p>PASO 2:</p> <p>Tomar la muestra en un tubo de ensayo.</p>	<p>PASO 3:</p> <p>Introducir las pastillas de pH y cloro.</p>
<p>PASO 4:</p> <p>Disolver o agitar el tubo de ensayo.</p>	<p>PASO 5:</p> <p>Compara el color con la tabla de colores.</p>	<p>PASO 6:</p> <p>Anotar el dato obtenido.</p>

Fuente: Área de control de calidad.

MATERIALES

- Equipos de campo: Kit de medidor de pH y Cl₂
- Materiales de escritorio: Cuaderno, Lapicero.



Figura 9 Medidor de pH

Fuente: Área de control de calidad.

El kit para la medición in situ de los parámetros fisicoquímicos pH y cloro residual consta de dos tableros uno para la comparación de pH y el otro para el cloro residual.

Tabla 5 Pastillas para determinar pH y cloro.

Pastillas para determinar Ph	Pastillas para determinar Cloro
	

Fuente: Área de control de calidad.

RESULTADOS

Los monitoreos realizados diariamente de las diferentes zonas (alta, media y baja) en cuanto al pH está en un promedio de 7,4 y el cloro residual es 1ppm.

3.4.6. Almacenamiento

El sistema de almacenamiento de agua consta de un solo reservorio con una capacidad total de almacenamiento de 600 m³.

Este reservorio apoyado semienterrado es de forma circular, estructuralmente se encuentra en regulares condiciones de conservación, está ubicado en la cota de fondo de 3900 m.s.n.m, coordenadas UTM E371799, N8352296, tiene una antigüedad de 40 años.

Este reservorio abastece al 100 por ciento de la población de la localidad de Azángaro y es alimentado por dos tuberías de 12 pulgadas y 8 pulgadas de la planta de tratamiento. Las características del reservorio son:

- Material de construcción: Concreto armado.
- Dimensiones de reservorio: Radio = 7,5metros y Altura=3,5metros, espesor de muros= 0,25metros.
- Volumen de Almacenamiento: 600m³.
- Tubería de ingreso: PVC diámetro =10pulgadas.
- Tubería de salida: PVC diámetro=10pulgadas.

Sin embargo, existe un segundo reservorio.

- Material de construcción: Concreto armado.

- Dimensiones de reservorio: Radio = 8m y Altura=6m, espesor de muros= 0,25m.
- Volumen de Almacenamiento: 1200m³.
- Tubería de ingreso: PVC diámetro =10 pulgadas.
- Tubería de salida: PVC diámetro =10 pulgadas.

Tabla 6 Características de los reservorios

Reservorios	Volumen (m3)	Tipo	Estado	Antigüedad (Años)
Reservorio Sistema 01	600	Apoyado	Bueno	40
Reservorio Sistema 02	1200	Apoyado	Bueno	04

Fuente: Elaboración propia.



Figura 10 Reservorio 01

Fuente: Área de control de calidad.



Figura 11 Reservorio 02

Fuente: Área de control de calidad.

3.4.7. Distribución

3.4.7.1. Línea de aducción

Esta línea de aducción comprende desde la válvula ubicada a la salida del reservorio de 600 m³ hasta el empalme que se da al sistema de distribución (Red matriz primario de tubería PVC, D=200mm).

Tabla 7 Metrados de redes de distribución

METRADOS DE REDES EXISTENTES		
DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO	LONGITUD (metros)
Red primaria de agua potable PVC	200mm	2358,53
Red secundaria de agua potable PVC	160mm	740
Red secundaria de agua potable PVC	110mm	14174,28
Red secundaria de agua potable PVC	90mm	13884,23
Red secundaria de agua potable PVC	75mm	4112,13
Red secundaria de agua potable PVC	63mm	17428,29
Red secundaria de agua potable asbesto (antigüedad de más de 40 años)	4 pulg	3836,59
TOTAL DE RED		56534,05

Fuente: Área de control de calidad.

3.4.7.2. Línea de distribución

Las líneas de distribución están comprendidas con todas las Redes de distribución primaria y secundaria.

MONITOREO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

Los puntos de monitoreo se realizan en zonas (alta, media y baja) tomando al azar la vivienda como punto de monitoreo, realizado diariamente y en diferentes horarios; Establecido por la Superintendencia Nacional de Administración de Servicios de Saneamiento (SUNASS).

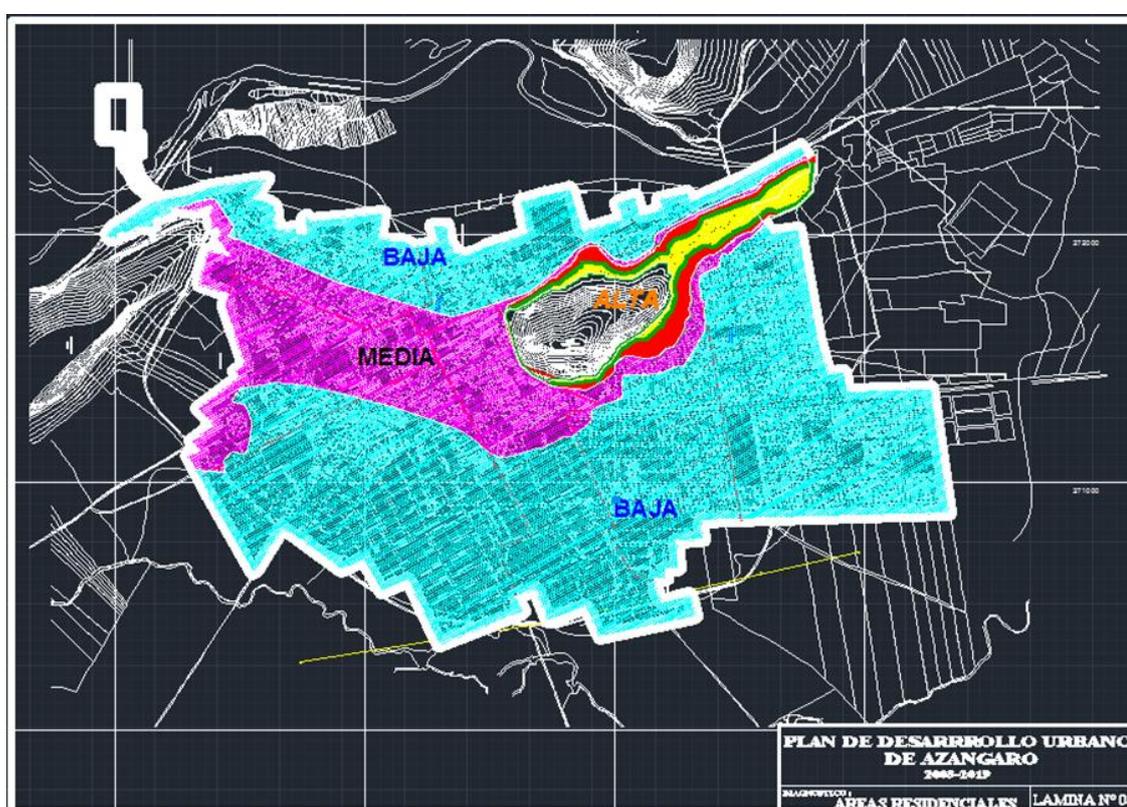


Figura 12 Puntos de monitoreo de distribución.

Fuente: Área de control de calidad.

B. MONITOREO DE PRESIONES DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

El monitoreo de presiones se realiza en 10 viviendas ubicadas en la parte alta, media y baja del distrito. Una vez realizadas el monitoreo de presiones se pasa al programa excel registrando diariamente para obtener un promedio mensual de las presiones que llegan a las viviendas.

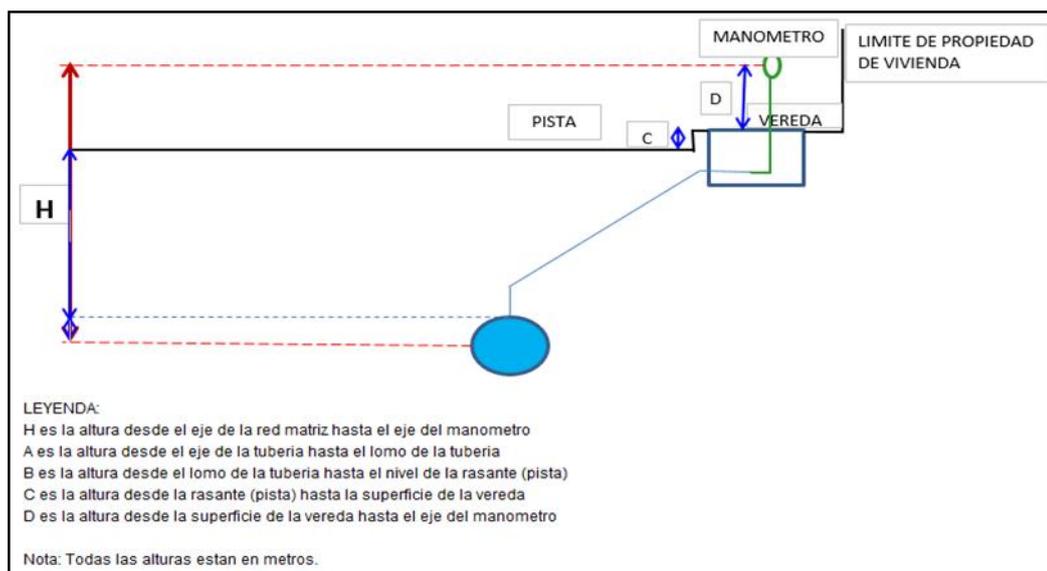


Figura 13 Esquema de medición de presión en conexión domiciliaria.

Fuente: SUNASS

METODOLOGÍA

b) Manómetro; para el seguimiento de las presiones en las viviendas se realiza una instalación anticipada de manómetros en puntos estratégicos como viviendas ubicadas en la parte alta media y baja para luego proceder en las lecturas diarias. Para la obtención de la presión promedio se ingresó al Excel que ya cuenta con fórmulas y con son establecidas por la SUNASS.

MATERIALES

- Equipos de monitoreo: Manómetro instalado en los puntos establecidos de acuerdo a su ubicación (alta, media, baja)
- Útiles de escritorio: Lapicero, Cuaderno, software Excel para el ingreso de datos



Figura 14 Manómetro

Fuente: Área de control de calidad.

CAPÍTULO IV

4. SOLUCIONES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS PLANTEADAS

4.1. TRABAJOS REALIZADOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

4.1.1. Programa de control de calidad de agua potable.

El presente programa abarca el control de todo el sistema de tratamiento de agua potable de EPS NOR PUNO. Desde el punto de captación hasta el grifo del usuario final. Se desarrolla en el Departamento de Producción y Control de Calidad de la empresa y tiene un enfoque de aseguramiento de calidad de conformidad en el proceso de producción y distribución de agua para consumo humano.

De este modo el programa tiene como finalidad garantizar la calidad de agua potable, abastecida a la población de Azángaro y cumpla con las normas de calidad del agua para consumo humano.

Es importante destacar que la labor del personal de Área de Control de Calidad es la ejecución de medidas necesarias para alcanzar los estándares de calidad establecidos.

El plan anual de control de calidad de agua potable incluye el siguiente:

- Definiciones de parámetros de control.
- Definición de métodos analíticos.
- Definiciones de recursos humanos y materiales para la ejecución de las tareas propuestas.
- Elaboración de un plan de inspecciones visuales periódicas de los sistemas, de acuerdo con los recursos disponible.
- Elaboración de un plan de recolección de muestras y elaboración de análisis de agua en todas las etapas de proceso productivo: captación, tratamiento, almacenamiento y distribución, de acuerdo con los recursos disponibles.
- Almacenamiento sistemático de las informaciones formadas y de los resultados obtenidos.
- Elaboración de informes periódicos de seguimiento de calidad y su evaluación

Además de estas, el área control de calidad deberá desarrollar las actividades presentadas a continuación:

- Recomendar y supervisar las actividades de limpieza y desinfección de los reservorios.
- Supervisar las actividades de desinfección de redes de distribución de agua.

4.1.2. Actividades del programa de control de calidad

El seguimiento de control de calidad de agua para consumo humano. Normalmente se procede de acuerdo a las secuencias de actividades presentadas seguidamente:

- Inspección: Busca verificar indirectamente la ocurrencia de situaciones que ocasionen la pérdida de calidad.
- Análisis de laboratorio: Busca verificar indirectamente la existencia de situaciones que ocasionen la pérdida da calidad.
- Elaboración de informes: De seguimiento y con recomendaciones de acciones correctivas, con miras a la ejecución de medidas que promuevan el retorno al estado de calidad.

4.1.3. Determinación del número de muestras y frecuencia del muestreo.

Plan de control de calidad contiene el programa de muestreo para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los puntos de las fuentes de agua, planta tratamiento, reservorios y redes de distribución. Según R.C D. N° 011-2007-SUNASS- CD Reglamento de la calidad de Prestación de los Servicios de Saneamiento.

4.2. CONTROL DE CALIDAD

Se realiza el control de calidad por DIRESA PUNO.

- Parámetros de control diario pH y Cl₂.
- Parámetros de control mensual Fisicoquímico y bacteriológico.

4.2.1. Determinación de la Dureza Total

La dureza es una característica química del agua que está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio.

La dureza es indeseable en algunos procesos, tales como el lavado doméstico e industrial, provocando que se consuma más jabón, al producirse sales insolubles.

En calderas y sistemas enfriados por agua, se producen incrustaciones en las tuberías y una pérdida en la eficiencia de la transferencia de calor. Además, le da un sabor indeseable al agua potable.

Grandes cantidades de dureza son indeseables por razones antes expuestas y debe ser removida antes de que el agua tenga uso apropiado para las industrias de bebidas, lavanderías, acabados metálicos, teñido y textiles.

Tabla 8 Interpretación de la Dureza.

Dureza como CaCO₃ (mg/l)	Interpretación
0-75	agua suave
75-150	agua poco dura
150-300	agua dura
> 300	agua muy dura

Fuente: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano

DS N° 031 – 2010 (Perú).

En agua potable el límite máximo permisible es de 300 mg/l de dureza.

PROCEDIMIENTO:

La muestra de agua que contiene los iones calcio y magnesio se le añade el buffer de pH 10, posteriormente, se le agrega el indicador eriocromo negro T (ENT), que hace que se forme un complejo de color púrpura, enseguida se procede a titular con EDTA (sal disódica) hasta la aparición de un color azul.

- Tomar 10ml de muestra luego verterlo en un matraz erlenmeyer de 250ml; agregar 2ml de solución amortiguadora de pH= 10, seguidamente se agita y se deja reposar por un minuto.
- Seguidamente agregar 0,2 gramos de indicador de eriocromo negro T, seguidamente esperamos que se disuelva e uniforme; luego proseguimos a la titulación con EDTA y observamos que vira de color violeta a azul.
- Anotar el volumen de gasto de EDTA y hacer los cálculos.

Reacciones:



complejo púrpura



color azul

Cálculos:

$$\frac{mg\text{CaCO}_3}{L} = \frac{(V * M)_{EDTA} * 100000}{\text{Volumen muestra}(ml)}$$

Dónde:

V = ml gastados de EDTA, para valorar dureza, ml

M = Molaridad del EDTA, mol/L

V_{muestra} = Alícuota de muestra titulada, ml

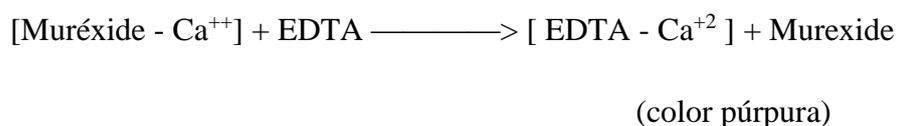
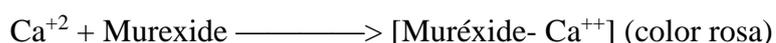
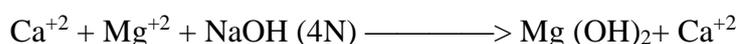
100000 = Peso molecular del carbonato de calcio (100g/mol)x1000mg/g

4.2.2. Determinación de la Dureza Total como Calcio

Cuando se añade a una muestra de agua, ácido etilendiaminotetracético (EDTA) o su sal, los iones de Calcio y Magnesio que contiene el agua se combinan con el EDTA. Se puede determinar calcio en forma directa, añadiendo NaOH para elevar el pH de la muestra entre 12 y 13 unidades, para que el magnesio precipite como hidróxido y no interfiera, se usa además, un indicador que se combine solamente con el calcio.

En el análisis de calcio la muestra es tratada con NaOH 4N para obtener un pH entre 12 y 13, lo que produce la precipitación del magnesio en forma de $Mg(OH)_2$. Enseguida se agrega el indicador murexida que forma un complejo de color rosa con el ión calcio y se procede a titular con solución de EDTA hasta la aparición de un complejo color púrpura:

Reacciones:



PROCEDIMIENTO:

- Tomar 10ml de muestra luego verter en un matraz Erlenmeyer de 250ml, agregar 2ml de solución de NaOH 4N, seguidamente se agita y se deja reposar un minuto.
- Verificar si el pH está dentro del rango de 12 – 13, seguidamente agregar 0,2 gramos de murexida y esperar que se disuelva y uniformice, luego proseguimos a la titulación con EDTA hasta el cambio de color.
- Anotamos el volumen gastado de EDTA y hacer los cálculos.

4.2.3. Determinación de la Alcalinidad Total

Este parámetro es importante en la determinación de las propiedades corrosivas del agua, causadas por los carbonatos, bicarbonatos y sales disueltas.

Es importante analizar la alcalinidad en el tratamiento de aguas potables, aguas residuales, piscinas, en el calentamiento y enfriamiento de los sistemas de limpieza de alimentos y bebidas, análisis de suelos y medio ambiente, así como en agricultura, ganadería y piscicultura.

La alcalinidad en el agua tanto natural como tratada, usualmente es causada por la presencia de iones carbonatos (CO_3^{-2}) y bicarbonatos (HCO_3^-), asociados con los cationes Na^+ , K^+ , Ca^{+2} y Mg^{+2} .

La alcalinidad se determina por titulación de la muestra con una solución valorada de un ácido fuerte como el HCl, mediante dos puntos sucesivos de equivalencia, indicados ya sea por medios potenciométricos o por medio del cambio de color utilizando dos indicadores ácido-base adecuado.

PROCEDIMIENTO:

- Tomar 10 ml de muestra luego verterlo en un matraz Erlenmeyer de 250ml, agregar 2 gotas de fenolftaleína, seguidamente se agita y se deja reposar por un minuto.
- Si vira a color rosado titular con ácido clorhídrico HCl hasta que vire a un incoloro.
- Pero en este caso vira incoloro con la fenolftaleína; se agrega 2 gotas de naranjado de metilo, seguidamente se agita y se deja reposar por un minuto.
- Seguidamente titulamos con ácido sulfúrico H_2SO_4 y observamos que vire de color amarillo a naranja.
- Anotar el gasto del ácido y hacer los cálculos.

Cálculos:

$$ALCALINIDAD\ como\ CaCO_3\ (mg / L) = \frac{(V \times N)_{H_2SO_4} \times 50000}{Volumen\ muestra(ml)}$$

Dónde:

V = ml gastados de H_2SO_4

N = Normalidad del H_2SO_4

$V_{muestra}$ = Alícuota de muestra titulada, ml

4.2.4. Determinación de Cloruros

Los cloruros son una de las sales que están presentes en mayor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua y de drenaje. El Cloruro se encuentra en concentraciones que varían de 1 a 3 mg/L ppm en el agua de lluvia y alcanzan hasta 20000 mg/l en el agua de mar. En el agua potable, su concentración debe mantenerse baja porque por encima de 250 mg/l (ppm) altera el sabor. En otras aplicaciones, el nivel de cloruro se controla para evitar el descascarillado y la corrosión. En concentraciones superiores, el cloruro puede corroer el acero inoxidable y ser peligroso para la vegetación y los animales.

El cloruro es esencial en la dieta y pasa a través del sistema digestivo, inalterado. Un alto contenido de cloruros en el agua para uso industrial, puede causar corrosión en las tuberías metálicas y en las estructuras. La máxima concentración permisible de cloruros en el agua potable es de 250 ppm, este valor se estableció más por razones de sabor, que por razones sanitarias.

Para analizar los cloruros, la muestra, a un pH neutro o ligeramente alcalino, se titula con nitrato de plata (AgNO_3), usando como indicador cromato de potasio (K_2CrO_4).

El cloruro de plata AgCl , precipita cuantitativamente primero, al terminarse los cloruros, el AgNO_3 reacciona con el K_2CrO_4 formando un precipitado rojo ladrillo de Ag_2CrO_4 .

El pH óptimo para llevar a cabo el análisis de cloruros es de 7,0 a 8,3 ya que cuando tenemos valores de pH mayores a 8,3 el ión Ag^+ precipita en forma de $\text{Ag}(\text{OH})$; cuando la muestra tiene un pH menor que 7,0, el cromato de potasio se oxida a dicromato, afectando el viraje del indicador.

PROCEDIMIENTO

- Tomar 25 ml de muestra luego verter en un matraz Erlenmeyer de 250ml, agregar 0,5ml de cromato de potasio al 15% (K_2CrO_4), seguidamente se agita y se deja reposar por un minuto.
- Titulamos con nitrato de plata y observamos que vire de color amarillo a rojo ladrillo.
- Anotamos el gasto de nitrato de plata y hacer los cálculos.

Cálculos:

$$Cl^{-} (mg / L) = \frac{(V \times N)_{AgNO_3} \times 10^6}{Volumen\ muestra(ml)}$$

Dónde:

V = ml gastados del $AgNO_3$

N = Normalidad del $AgNO_3$

$V_{muestra}$ = Alícuota de muestra titulada, ml

4.2.5. Determinación de Cloro

Para la determinación de cloro en el agua, se utilizan los equipos de fácil manipuleo denominados:

- COMPARADOR VISUAL CON DPD.-Es un equipo con escala de colores de mayor a menor intensidad y la medición es por comparación de color de acuerdo al contenido de cloro residual o total en la muestra.

4.2.6. Determinación de la Turbiedad

La turbiedad en el agua está permitido de 0,00 a 5,00 NTU para todas las aguas potables.

- El turbidímetro tiene los siguientes rangos de lectura.
 - 0,0– 0,99 NTU
 - 1,0 - 9,9 NTU
 - 10,0 - 99,90 NTU
 - 100,00 – 1000 NTU

4.2.7. Determinación de la Conductividad

Para la determinación de la conductividad del agua se usa el conductímetro mide en unidades de uS/cm, también en este equipo se mide la salinidad en porcentaje los sólidos totales disueltos (TDS) en mg/L y temperatura en °C.

4.2.8. Determinación del pH

Para la lectura del pH se utiliza el equipo de pHmetro.

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

5.1.1. Balance de materia

5.1.1.2. Capacidad de Tratamiento

$$Q = 38L/s$$

$$Q = 3283m^3/día$$

$$Q = 98496m^3/mes$$

5.1.1.3. Producción de Agua

- Producción de agua por mes:

$$98496 m^3/mes$$

- Abastecimiento de agua por día:

15 horas/día aproximadamente.

5.1.2. Balance de energía

5.1.2.1. Cálculo de la Potencia de la Bomba

BOMBAS DE IMPULSIÓN

Cálculo de la Velocidad Media del Flujo (V)

$$V = \frac{Q}{A} \quad \text{Donde} \quad A = \frac{\Pi D^2}{4}$$

Para asbesto liso de D=8 pulgadas, D=0,2578m

$$A = \frac{\Pi(0,2578)^2}{4} = 0,0522 m^2$$

$$V = \frac{0,070 \frac{m^3}{s}}{0,0522 m^2} = 1,341 \frac{m}{s}$$

Cálculo del Número de Reynolds (NRe)

$$N Re = \frac{dDV}{\mu},$$

Donde:

d= densidad del flujo (agua)=999,12kg/m³

$$N Re = \frac{(999,12 kg / m^3)(0,2578 m)(1,341 m / s)}{0,0012 kg / ms} = 1497244,483$$

Cálculo de la Rugosidad Relativa (K/D)

$$K / D = \frac{0,01mm}{257,8mm} = 0,00003879$$

Cálculo de Coeficiente de Fricción (f)

(Tabla de Moody de acuerdo a los valores NRe y E/D)

De la tabla (VER ANEXO)

$$f \Rightarrow 0,011$$

Cálculo de la Pérdida de Carga en Tuberías (Pérdida Primaria ht)

La misma pérdida para una tubería recta se expresa por la **ecuación de Darcy**:

$$h_L = \left(f \frac{L}{D} \right) \frac{v^2}{2g_n} \dots \dots \dots (1)$$

h = pérdida de carga en tubería y accesorios

f = coeficiente de fricción

v = velocidad de flujo

L = longitud equivalente de la tubería

g = gravedad

D = diámetro

$$h_t = \frac{0,011 \times (1,341 \text{ m/s})^2 \times 2860 \text{ m}}{2 \times (9,81 \text{ m/s}^2) \times (0,2578 \text{ m})} = 11,185 \text{ m}$$

Tabla 9 Cálculo de la Pérdida de carga en Accesorios (ha)

ACCESORIOS EN LINEA DE FLUJO	CANTIDAD (D=8 pulgadas)	L/D
Válvula de compuerta	1	13
Válvula de Check	1	135
Codos de unión	30	30
Tee con flujo a lo largo de entrada	1	20

Fuente: Elaboración propia.

$$h_a = \frac{fV^2(Le)}{2gD}$$

$$h_a = \frac{0,011 \times ((1,341 \text{ m/s})^2 \times 1068 \text{ m})}{2 \times (9,81 \text{ m/s}^2) \times 0,2578 \text{ m}} = 4,176 \text{ m}$$

Cálculo de la Pérdida Estática (he)

$$h_e = Z_b - Z_a \dots \dots \dots (2)$$

Za = Nivel de captación río (3 852,412m.s.n.m.)

Zb= Nivel de descarga del reservorio R 01 (3 880,715m.s.n.m.)

$$h_e = Z_b - Z_a = 38,303\text{m} - (-10\text{m})$$

$$h = 48,303\text{m}$$

Cálculo de la Carga Total del Sistema (Hb)

$$H_b = \frac{P_b - P_a}{\gamma} + Z_b - Z_a + \frac{V_b^2 - V_a^2}{2g} + (h_a + h_e + h_t) \dots\dots\dots (3)$$

$$H_b = 0 + 48,303\text{m} + 0 + 4,176\text{m} + 11,185\text{m}$$

$$H_b = 63,664\text{m}$$

Cálculo el Consumo de la Potencia en KW

$$P_{kw} = \frac{Q(H_b)\rho g}{1000 \times 0,80} \dots\dots\dots (4)$$

$$P_{kw} = \frac{(0,070\text{m}^3 / \text{s})(63,664\text{m}) \times (999,12\text{kg} / \text{m}^3) \times (9,81\text{m} / \text{s})}{1000 \times 0,80} = 54,599\text{ KW}$$

Cálculo de la Potencia en HP

$$P = \frac{54,599\text{ KW}}{0,75} = 72,799\text{ HP}$$

Eficiencia de la Bomba (n)

$$n = \frac{P_t}{P_m} \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

Pm = potencia del motor

Pf = potencia del fluido

$$n = \frac{72,799 \text{ HP}}{150 \text{ HP}} = 0,485$$

5.2. CÁLCULO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y/O TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO.

5.2.1. ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD DE LAS MUESTRAS.

Control diario de parámetros a la salida del reservorio y redes de distribución (población).

Tabla 10 Control de cloro residual

Días	Reservorio (ppm)	Población (ppm)
1	1,18	1
2	1,17	1
3	1,17	1.
4	1,17	1
5	1,18	1
6	1,16	1
7	1,18	1
8	1,17	1
9	1,16	1
10	1,17	1
11	1,18	1
12	1,16	1
13	1,18	1
14	1,17	1
15	1,17	1
16	1,17	1
17	1,18	1
18	1,18	1
19	1,17	1
20	1,17	1
21	1,18	1
22	1,16	1
23	1,18	1
24	1,19	1
25	1,16	1
26	1,18	1
27	1,16	1
28	1,17	1
29	1,17	1
30	1,17	1

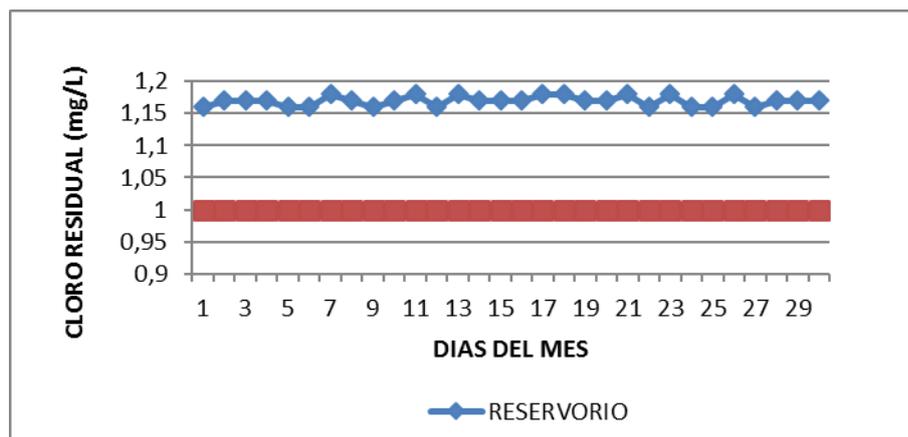


Figura 15 Comportamiento de cloro residual en función del tiempo

Interpretación: Los datos obtenidos se encuentran dentro de los parámetros permisibles.

Tabla 11 Control de pH

Días	Reservorio 01 pH	Población pH
1	7,4	7,4
2	7,4	7,4
3	7,4	7,4
4	7,4	7,4
5	7,4	7,4
6	7,4	7,4
7	7,4	7,4
8	7,4	7,4
9	7,4	7,4
10	7,4	7,3
11	7,4	7,4
12	7,4	7,4
13	7,3	7,3
14	7,4	7,4
15	7,4	7,4
16	7,3	7,3
17	7,4	7,4
18	7,4	7,4
19	7,4	7,4
20	7,4	7,3
21	7,4	7,4
22	7,3	7,4
23	7,4	7,4
24	7,4	7,3
25	7,4	7,4
26	7,3	7,4
27	7,4	7,4
28	7,4	7,4
29	7,4	7,3
30	7,4	7,4

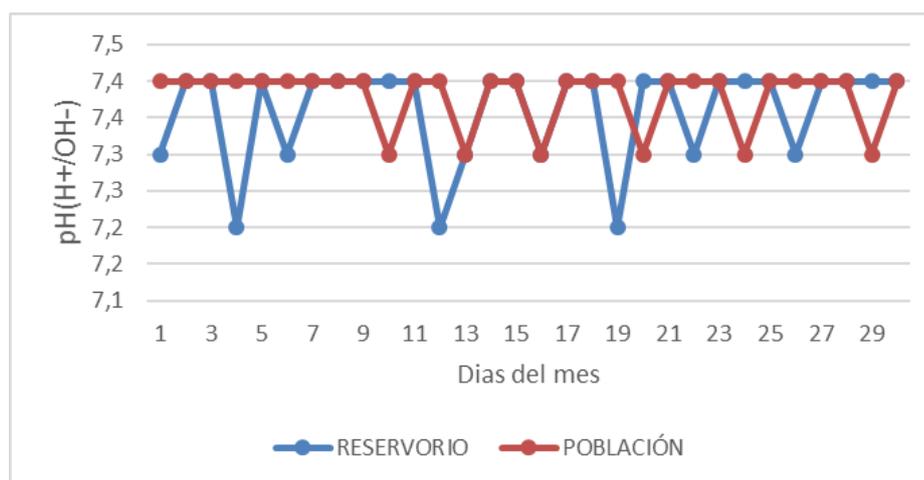


Figura 16 Comportamiento de pH en función del tiempo

Interpretación: Los datos obtenidos se encuentran dentro de los parámetros permisibles

5.2.2. Trabajos específicos realizados

- Control y monitoreo de parámetros como pH y cloro residual en los puntos de captación.
- Control diario de parámetros como cloro residual y pH en los almacenamientos de agua potable y en la distribución que comprenden los tres sectores de la ciudad de Azángaro.
- Toma de muestras mensual, en los puntos de captación, planta de tratamiento, almacenamientos y distribución (3 sectores) para enviar las muestras a los laboratorios de DIRESA Puno, para su respectivo análisis fisicoquímico y bacteriológico.
- Monitoreo de la planta de tratamiento para su respectivo mantenimiento como desinfección, cloración.
- Monitoreo en el mantenimiento de las galerías filtrantes junto con el personal de planta de tratamiento.
- Ingreso de datos y actualización de la información “SICAP”, para su remisión a la SUNASS

A. Actividades del programa de control de calidad

El seguimiento de control de calidad de agua para consumo humano. Normalmente se procede de acuerdo a las secuencias de actividades presentadas seguidamente:

- **Inspección:** Busca verificar indirectamente la ocurrencia de situaciones que ocasionen la pérdida de calidad.
- **Análisis de laboratorio:** Busca verificar indirectamente la existencia de situaciones que ocasionen la pérdida da calidad.
- **Elaboración de informes:** De seguimiento y con recomendaciones de acciones correctivas, con miras a la ejecución de medidas que promuevan el retorno al estado de calidad.

5.2.3. Determinación del número de muestras y frecuencia del muestreo.

Plan de control de calidad contiene el programa de muestreo para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los puntos de las fuentes de agua, planta tratamiento, reservorios y redes de distribución. Según R.C.D. N° 011-2007-SUNASS-CD Reglamento de la calidad de Prestación de los Servicios de Saneamiento.

5.2.4. Inspecciones sanitarias.

La finalidad de dichas inspecciones sea la detección de potenciales problemas en el sistema de producción y distribución de agua potable de acuerdo a una calificación de riesgo para su correspondiente análisis y corrección.

Los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable sujetos a inspección son:

Fuente: Aguas superficiales (apariencia, presencia de poblaciones, sembríos, industrias, protección, etc.)

Planta: Componentes del sistema de producción.

Líneas de conducción: Protección de la línea.

Estación de bombeo: Protección, lubricación, fugas, puntos de muestreo disponibles.

Instalación de cloración: Estado de equipo, seguridad, medición de cloro residual.

Almacenamiento: Protección, puntos de riesgo, ventilación.

Red de distribución: Programas de control de fugas, conexiones cruzadas y puntos de muestreo.

Las inspecciones sanitarias se realizarán en caso:

- Localizarse un problema de contaminación
- Cuando se están realizando labores en la red.
- Alta turbiedad
- Cuando los resultados de análisis microbiológico den resultados positivos.

CONCLUSIONES

- La EPS NORPUNO S.A cuenta con equipos adecuados para el proceso de la Planta de Tratamiento de Agua Potable comprende por el sistema de producción desde captación de agua cruda de rio Azángaro, filtración, desinfección, control de calidad (físicoquímico y bacteriológico), almacenamiento y distribución de agua potable.
- La capacidad promedio de tratamiento es de 38 L/s ($Q = 3283\text{m}^3/\text{día}$). La producción de Agua es de $98496\text{ m}^3/\text{mes}$ y el abastecimiento de agua es de 15 horas/día aproximadamente.
- Según los resultados emitidos por DIRESA Puno (ver anexo); se encuentran dentro de los parámetros que rige la organización mundial de la salud, aguas tratadas para consumo humano en los reservorios y en las redes de distribución entregados a la población.

SUGERENCIAS

La Planta de Tratamiento de Agua Potable, en la actualidad cuenta con una capacidad de tratamiento es inferior al del consumo humano, el cual no es suficiente para abastecer a la población debido a la a la variación de la calidad de calidad de agua, por lo que la potabilización se ve restringido a su máximo caudal de operación. Por lo tanto, es necesario y urgente un Proyecto de ampliación de la planta de tratamiento.

El tratamiento de agua potable genera lodos y aguas residuales industriales, razón por la cual es necesario adecuar un sistema de tratamiento de la misma, y su posterior disposición y/o uso de acuerdo a la ley de recursos Hídricos y su Reglamentación Ley N° 29338 y la ley de residuos Sólidos.

Es necesario implementar un plan de seguridad en la planta de tratamiento.

Implementar macro medidores a la salida de planta de tratamiento con equipos ultrasónicos, Esto con la finalidad de tener un buen balance hídrico en la potabilización del agua potable.

Se requiere implementar un sistema de Scada para el control de monitoreo de Presión, caudal, continuidad, cloro residual y turbidez en reservorios y Sectores de distribución.

BIBLIOGRAFÍA

1. Andía, Y. (2000). *Tratamiento de agua coagulación y floculación*. Lima.
2. Barrenechea, A. *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua*.
3. Castillo, D. (2012). *Determinación de las dosis óptimas del coagulante Sulfato de Aluminio granulado tipo B en función de la turbiedad y el color para la potabilización del agua en la planta de tratamiento de Villa Santana*. Colombia, Universidad Tecnológica De Pereira.
4. Castro, M. (1987). *Parámetros fisicoquímicas que influyen en la calidad y en el tratamiento del agua*. CEPIS LIMA.
5. Consejo Nacional del Ambiente. (1999). *Sistema Nacional de Información Ambiental SINIA*. Lima: CONAM.
6. Manual de diseño de galerías filtrantes. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Lima, 2002.
7. *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N° 031* (2010). Perú: Ministerio de Salud.
8. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. *Proyecto de estudio tarifario EPS Aguas del Altiplano S.R.L. periodo 2014 - 2019*. Puno: SUNASS
9. *Tratamiento de Potabilización del Agua*. Grupo TAR.
10. Universidad Nacional Agraria La Molina y Passim Educativa. *I curso básico de análisis de agua, suelos agrícolas, fertirriego, hidroponía y calidad de alimentos*. LIMA: UNAM
11. <http://www.digesa.minsa.gob.pe>
12. <http://www.calculo de pérdidas en redes de agua potable>.

ANEXOS

ANEXO A: Límites máximos microbiológicos.

ANEXO B: Límites máximos organolépticos.

ANEXO C: máximos inorgánicos y orgánicos.

ANEXO D: Diagrama de moody.

ANEXO E: Límites

ANEXO F: Diagrama de flujo de proceso.

ANEXO G: Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos.

ANEXO H: Constancia de trabajo.

ANEXO A: Límites máximos microbiológicos.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

FUENTE: Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA / Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental – Lima: Ministerio de Salud; 2011.

UFC: Unidad formadora de colonias

* En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = <1,8 / 100ml

ANEXO B: Límites máximos organolépticos.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoniaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

FUENTE: Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA/ Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental – Lima: Ministerio de Salud; 2011.
UCV Unidades de color verdadero
UNT Unidades Nefelométricas de Turbiedad

ANEXO C: máximos inorgánicos y orgánicos.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL ⁻¹	0,01
3. Aceites y grasas	mgL ⁻¹	0,5
4. Alacloro	mgL ⁻¹	0,020
5. Aldicarb	mgL ⁻¹	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL ⁻¹	0,00003
7. Benceno	mgL ⁻¹	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,001
10. Endrín	mgL ⁻¹	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL ⁻¹	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL ⁻¹	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL ⁻¹	0,00003
14. Metoxicloro	mgL ⁻¹	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL ⁻¹	0,009
16. 2,4-D	mgL ⁻¹	0,030
17. Acrilamida	mgL ⁻¹	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL ⁻¹	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL ⁻¹	0,0003
20. Benzopireno	mgL ⁻¹	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
22. Tetracloroetano	mgL ⁻¹	0,04

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
23. Monocloramina	mgL ⁻¹	3
24. Tricloroeteno	mgL ⁻¹	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgL ⁻¹	0,004
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgL ⁻¹	0,008
27. 1,2- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	0,3
29. 1,1- Dicloroeteno	mgL ⁻¹	0,03
30. 1,2- Dicloroeteno	mgL ⁻¹	0,05
31. Diclorometano	mgL ⁻¹	0,02
32. Ácido edético (EDTA)	mgL ⁻¹	0,6
33. Etilbenceno	mgL ⁻¹	0,3
34. Hexaclorobutadieno	mgL ⁻¹	0,0006
35. Acido Nitrilotriacético	mgL ⁻¹	0,2
36. Estireno	mgL ⁻¹	0,02
37. Tolueno	mgL ⁻¹	0,7
38. Xileno	mgL ⁻¹	0,5
39. Atrazina	mgL ⁻¹	0,002
40. Carbofurano	mgL ⁻¹	0,007
41. Clorotoluron	mgL ⁻¹	0,03
42. Cianazina	mgL ⁻¹	0,0006
43. 2,4- DB	mgL ⁻¹	0,09
44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgL ⁻¹	0,001
45. 1,2- Dibromoetano	mgL ⁻¹	0,0004
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgL ⁻¹	0,04
47. 1,3- Dicloropropeno	mgL ⁻¹	0,02
48. Dicloroprop	mgL ⁻¹	0,1
49. Dimetato	mgL ⁻¹	0,006
50. Fenoprop	mgL ⁻¹	0,009
51. Isoproturon	mgL ⁻¹	0,009
52. MCPA	mgL ⁻¹	0,002
53. Mecoprop	mgL ⁻¹	0,01
54. Metolacloro	mgL ⁻¹	0,01
55. Molinato	mgL ⁻¹	0,006
56. Pendimetalina	mgL ⁻¹	0,02
57. Simazina	mgL ⁻¹	0,002
58. 2,4,5- T	mgL ⁻¹	0,009
59. Terbutilazina	mgL ⁻¹	0,007
60. Trifluralina	mgL ⁻¹	0,02
61. Cloropirifos	mgL ⁻¹	0,03
62. Piriproxifeno	mgL ⁻¹	0,3
63. Microcistin-LR	mgL ⁻¹	0,001

Fuente: Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA /
Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental – Lima: Ministerio de Salud; 2011.

ANEXO D: Diagrama de moody.

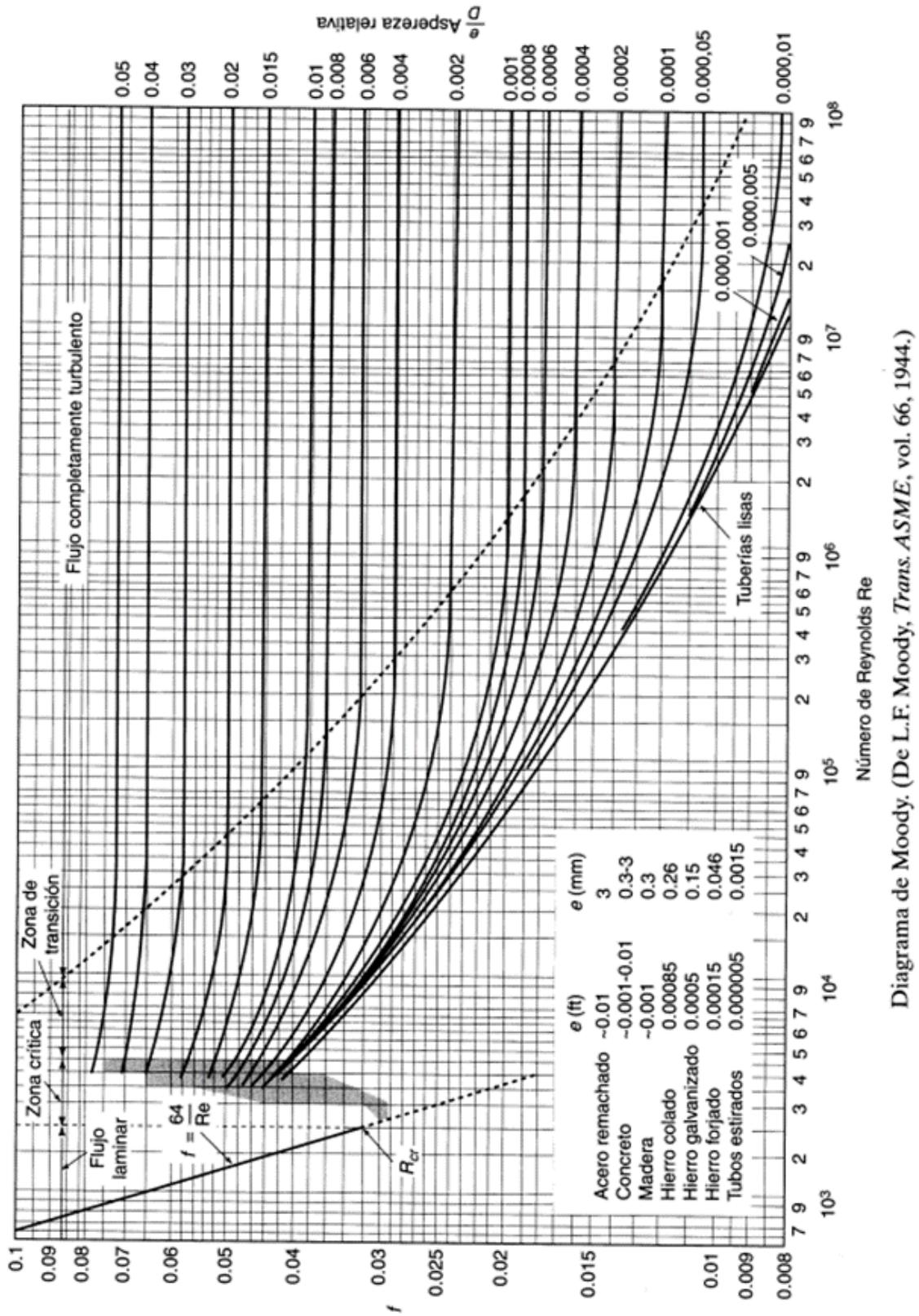
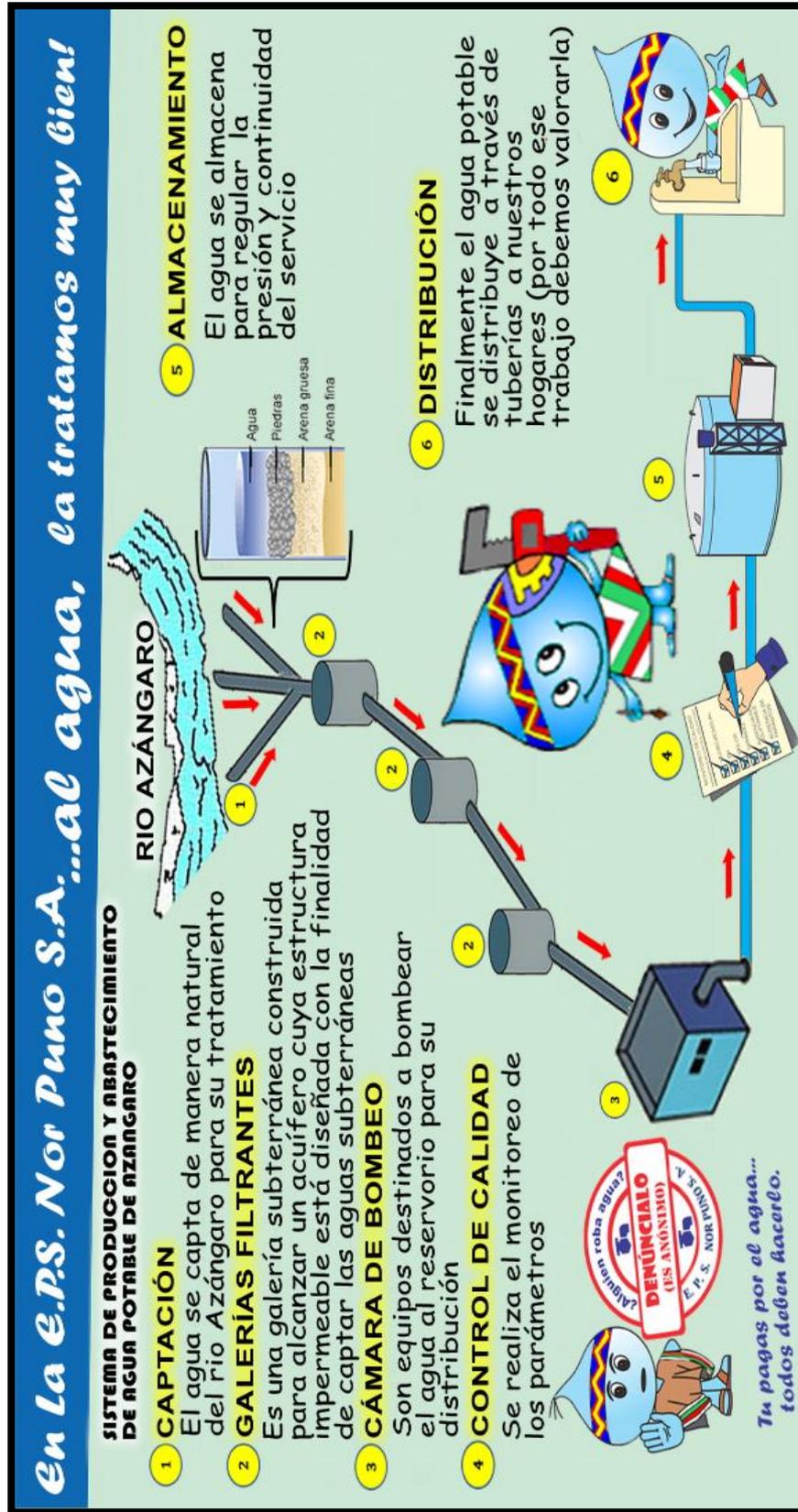


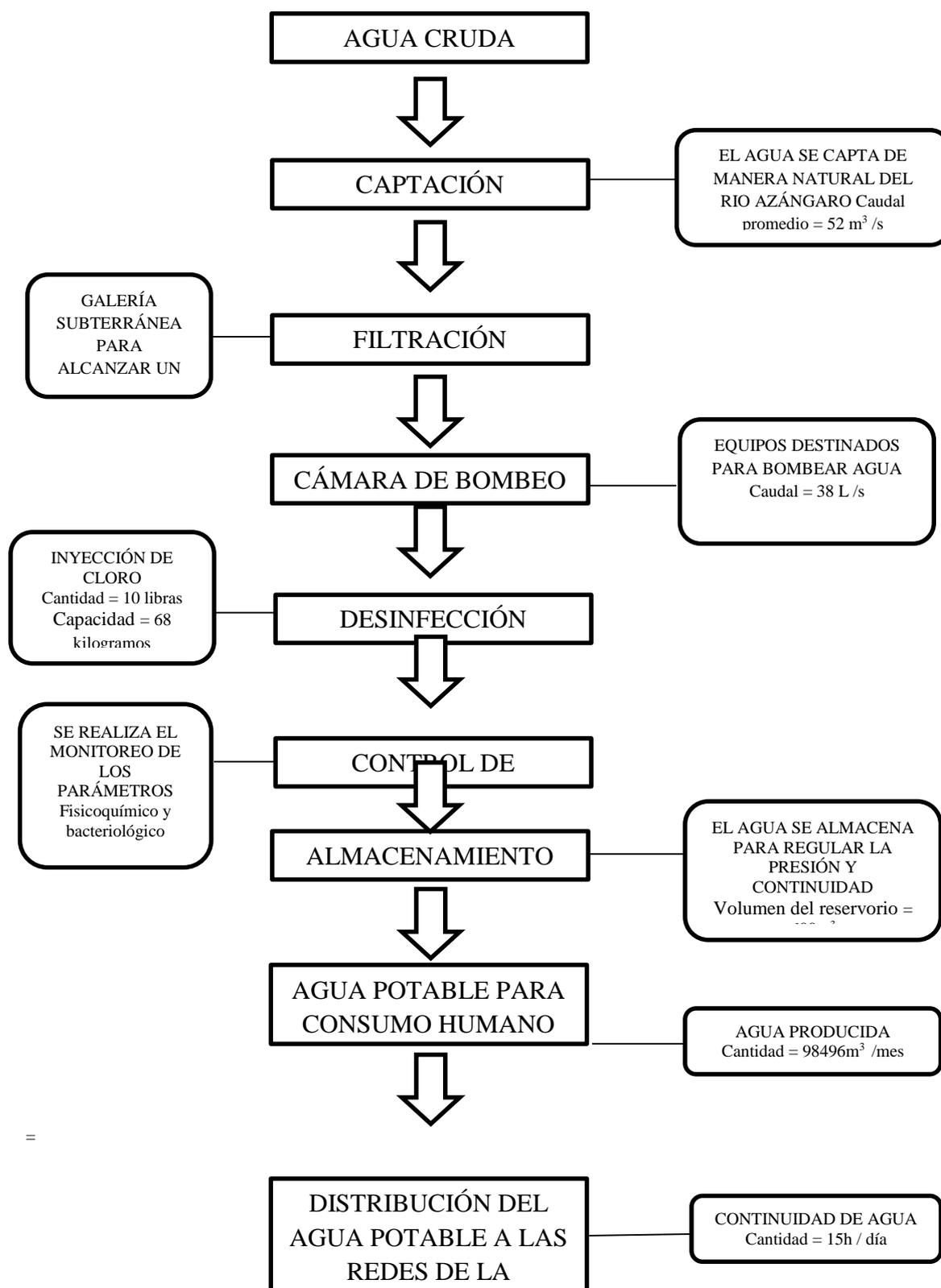
Diagrama de Moody. (De L.F. Moody, *Trans. ASME*, vol. 66, 1944.)

Fuente: [www.calculo de pérdidas en redes de agua potable](http://www.calculo.de.perdidas.en.redes.de.agua.potable).

ANEXO E: Límites



ANEXO F: Diagrama de Flujo de Proceso



Fuente: Área de control de calidad

ANEXO G: Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos.

DIRECCION REGIONAL DE SALUD - PUNO

Ministerio de Salud
Personas que atendemos personas

Jr. José Antonio Encinas 145-165 - Puno - Telf (051)-369051 - Cel.951-992220
e-mail: labpuno125@hotmail.com

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE MUESTRA DE AGUA
INFORME N° 05/2012

SOLICITANTE : EPS-NOR PUNO AZANGARO.
DIRECCION : DISTRITO DE AZANGARO.
PUNTO DE MUESTREO : RESERVORIO Y PILEPAS DE EPS-AZANGARO.
FECHA DE MUESTREO : 20.01.2013
FECHA DE ANÁLISIS : 20.01.2013.
REFERENCIA : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

PARAMETROS	METODO ANALITICO	MUESTRA N° 01 CANO DE AGUA TRATADA N° 01	MUESTRA N° 02 CANO DE AGUA TRATADA N° 02	MUESTRA N° 03 CANO DE TRATADA N° 03	REQUISITOS MÁXIMOS PERMISIBLES SEGUN O.M.S.
ASPECTO	INSPEC. FISICA	NORMAL	LIMPIO	LIMPIO	--
COLOR (PICO)	COLORIMETRICO	INCOLORO	INCOLORO	INCOLORO	--
TURBIEDAD (NTU)	TURBIDIMETRICO	0.85	0.92	0.82	5 -25 (NTU)
TEMPERATURA (°C) (EN LAB.)	TERMIDROMETRO	18.4	18.3	18.5	--
PH	POTENCIOMETRICO	7.62	7.63	7.57	6.5 -9.5
CONDUCTIVIDAD µS/cm	TITULOMETRICO	468.1	488.5	469.0	
TOTAL DE SOLIDOS DISUELTOS TDSmg/L	TITULOMETRICO	238.4	237.0	238.1	
SALINIDAD EN ‰	TITULOMETRICO	0.03	0.03	0.03	
DUREZA TOTAL COMO CaCO ₃ (mg/l)	TITULOMETRICO	151.1	151.1	150.7	120- 500
ALCALINIDAD TOTAL COMO CaCO ₃ (mg/l)	TITULOMETRICO	148.6	149.4	149.4	--
CLORUROS COMO Cl (mg/l)	TITULOMETRICO	45.2	46.1	50.5	250
NITRATOS COMO NO ₃ (mg/l)	COLORIMETRICO	N.D	N.D	N.D	0-10
CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/l)	COLORIMETRICO	0.2	0.3	0.4	--

Referencia Bibliográfica: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potable y Residuales -American Public Health Association, American Water Works, Association Water Pollution Control Federation, 20th Edition.

N.D = No Determinado.

Puno, Enero 31, del 2013.



Ministerio de Salud
Personas que atendemos personas

DIRECCION REGIONAL DE SALUD - PUNO

Jr. José Antonio Encinas 145-165 - Puno - Telf. (051)-369051 - Cel. 951-992220
e-mail: labpuno125@hotmail.com

**RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA
INFORME N° 04/2013**

SOLICITANTE : EPS-NOR PUNO AZANGARO.
DIRECCION : DISTRITO DE AZANGARO.
PUNTO DE MUESTREO : PILETA DE AGUA TRATADA EPS-AZANGARO.
FECHA DE MUESTREO : 20.01.2013
FECHA DE ANÁLISIS : 20.01.2013
REFERENCIA : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

RESULTADOS:

N.O	PUNTOS DE MUESTREO	LUGAR	METODO ANALITICO	RESULTADOS	
				COLIFORMES Totales (35 °C)	COLIFORMES Termotolerantes (44.5 °C)
01	MUESTRA N°01, CAÑO DE AGUA TRATADA N° 01	DIST. AZANGARO	NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL
02	MUESTRA N°02, CAÑO DE AGUA TRATADA N° 02	DIST. AZANGARO	NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL
03	MUESTRA N°03, CAÑO DE AGUA TRATADA N° 03	DIST. AZANGARO	NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL

DONDE: < 1.8 = Significa Ausencia.
NMP/100 ml = Numero Mas Probable por cien mililitros.

METOD DE ENSAYO: NUMERACIÓN COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y E.Coli. METODO ESTANDARIZADO DE TUBOS MULTIPLES, APHA, AWWA, WEF.Par.9221B.E. 21th ed. 2005

Puno, Enero 31, del 2013.

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCION REGIONAL DE SALUD PUNO
Lic. Reynaldo Borda Sucasaca
DIRECTOR
Laboratorio de Referencia Regional de Salud Pública



Ministerio de Salud
Personas que atendamos personas

DIRECCION REGIONAL DE SALUD - PUNO

Jr. José Antonio Encinas 145-165 - Puno - Telf. (051)-369051 - Cel. 951-992220
e-mail: labpuno125@hotmail.com

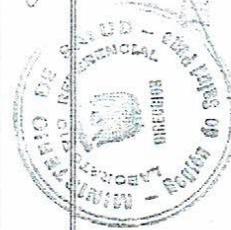
**RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE MUESTRA DE AGUA
INFORME N° 032-2013**

SOLICITANTE : EPS-NOR PUNO AZANGARO.
DIRECCION : DISTRITO DE AZANGARO.
PUNTO DE MUESTREO : RESERVORIO y PILEPAS DE EPS-AZANGARO.
FECHA DE MUESTREO : 14.02.2013
FECHA DE ANÁLISIS : 14.02.2013.
REFERENCIA : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

ASPECTO	PARAMETROS	METODO ANALITICO	MUESTRA N° 01 CAÑO ZONA ALTA		MUESTRA N° 02 CAÑO ZONA MEDIA		MUESTRA N° 03 CAÑO ZONA BAJA		REQUISITOS MÁXIMOS PERMISIBLES SEGUN O.M.S.
			NORMAL	INCOLORO	LIMPIO	INCOLORO	LIMPIO	INCOLORO	
COLOR	(PtCo)	INSPEC. FISICA							
TURBIEDAD (NTU)		COLORIMETRICO	1.54		1.80		2.3		5 -25 (NTU)
TEMPERATURA (°C) (EN LAB.)		TURBIDIMETRICO	19.3		19.2		19.1		
PH		TERMIDROMETRO	7.54		7.42		7.42		6.5 -9.5
CONDUCTIVIDAD $\mu S/cm$		POTENCIOMETRO	422		422		422		
TOTAL DE SOLIDOS DISUELTOS TDS(mg/L)		TITULOMETRICO	215		215		216		
SALINIDAD EN ‰		TITULOMETRICO	0.03		0.03		0.03		
DUREZA TOTAL COMO CaCO ₃ (mg/l)		TITULOMETRICO	136.5		135.2		136.4		120- 500
ALCALINIDAD TOTAL COMO CaCO ₃ (mg/l)		TITULOMETRICO	144.2		144.2		143.5		
CLORUROS COMO Cl (mg/l)		TITULOMETRICO	36.9		38.4		38.4		250
NITRATOS COMO NO ₃ (mg/l)		COLORIMETRICO	N.D		N.D		N.D		0.-10
CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/l)		COLORIMETRICO	0.2		0.3		0.3		

Referencia Bibliográfica: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potable y Residuales -American Public Health Association, American Water Works, Association Water Pollution Control Federation.20th Edition.

N.D = No Determinado.



Puno, Marzo 04, del 2013.



Ministerio de Salud
Personas que atendemos personas

DIRECCION REGIONAL DE SALUD - PUNO

Jr. José Antonio Encinas 145-165 - Puno - Tel: (051)-369051 - Cel: 951-992220
e-mail: labpuno125@hotmail.com

**RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA
INFORME N° 031/2013**

SOLICITANTE : EPS-NOR PUNO AZANGARO.
DIRECCION : DISTRITO DE AZANGARO.
PUNTO DE MUESTREO : PILETA DE AGUA TRATADA.
FECHA DE MUESTREO : 14.02.2013
FECHA DE ANÁLISIS : 14.02.2013.
REFERENCIA : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

RESULTADOS:

N.O	PUNTOS DE MUESTREO	LUGAR	METODO ANALITICO	RESULTADOS		
				COLIFORMES Totales (35 °C)	COLIFORMES Termotolerantes (44,5 °C)	Numeración de Aerobios (35°C)
01	MUESTRA N°01, CAÑO ZONA ALTA.	DIST. AZANGARO	NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL	10 x 10 UFC/100mL
02	MUESTRA N°02, CAÑO ZONA MEDIA, LOCALID. AZANGARO	DIST. AZANGARO	NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL	1.5 x 10 UFC/100mL
03	MUESTRA N°03, CAÑO ZONA BAJA, LOCALID. AZANGARO	DIST. AZANGARO	NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL	1.8 x 10 UFC/100mL

DOMOE: < 1.8 = Significa Ausencia.
NMP/100 mL = Numero Más Probable por cien mililitros.
UFC/100 mL = Unidad Formadora de Colonias por cien mililitros.

METODO DE ENSAYO: NUMERACIÓN COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y E.Coli: METODO ESTANDARIZADO DE TUBOS MULTIPLES, APHA, AWWA, WEF, Par.9221B.E. 21th ed. 2005

Puno, Marzo 04, del 2013.

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCION REGIONAL DE SALUD PUNO
Lic. Reynaldo Borda Succasaca
DIRECTOR
Laboratorio de Referencia Regional de Salud Pública



Ministerio de Salud
Personas que cuidamos personas

DIRECCION REGIONAL DE SALUD - PUNO

Jr. José Antonio Encinas 145-165 - Puno - Telf: (051)-369051 - Cel: 951-992220
e-mail: labpuno125@hotmail.com

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA
INFORME N° 100/2013

SOLICITANTE : EPS-NOR PUNO AZANGARO.
DIRECCION : DISTRITO DE AZANGARO.
PUNTO DE MUESTREO : PILETA DE AGUA TRATADA.
FECHA DE MUESTREO : 26.03.2013
FECHA DE ANÁLISIS : 26.03.2013.
REFERENCIA : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

RESULTADOS:

N.O	PUNTOS DE MUESTREO	LUGAR	METODO ANALITICO	RESULTADOS		
				COLIFORMES Totales (35 °C)	COLIFORMES Termotolerantes (44.5 °C)	Numeración de Aerobios (35 °C)
01	MUESTRA N°01, JR. MANUEL BUTRON (PILETA) ZONA BAJA	DIST. AZANGARO	NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL	< 1.0 NMP/100 mL	< 10 UFC/100mL
02	MUESTRA N°02, JR. E. JIMENEZ (PILETA) ZONA MEDIA	DIST. AZANGARO	NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL	< 1.0 NMP/100 mL	1.2 x 10 UFC/100mL
03	MUESTRA N°03, PILETA - ZONA ALTA.	DIST. AZANGARO	NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL	< 1.0 NMP/100 mL	1.1 x 10 UFC/100mL

DONDE: < 1.8 = Significa Ausencia.
NMP/100 ml = Numero Más Probable por cien mililitros.
UFC/100 ml. =Unidad Formadora de Colonias por cien mililitros.
METODO DE ENSAYO: NUMERACION COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES y E.Coli: METODO ESTANDARIZADO DE TUBOS MULTIPLES, ALPHA, AWWA, WEF-Par. 9221B.E. 21th ed. 2005

Puno, Abril 22, del 2013.

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCION REGIONAL DE SALUD PUNO
Lic. Reynaldo Borda Sucasaca
DIRECTOR
Laboratorio de Referencia Regional de Salud Pública



Ministerio de Salud
Personas que atienden personas

DIRECCION REGIONAL DE SALUD - PUNO

Jr. José Antonio Encinas 145-165 - Puno - Telf (051)-369051 - Cel.951-992220
e-mail: labrediresapuno@gmail.com

**RESULTADOS EVALUACION DE ORGANISMOS DE VIDA LIBRE EN AGUA TRATADA
(PARASITOLOGICO) INFORME N° 02-2013.**

SOLICITANTE : EPS-NOR PUNO AZANGARO.
DIRECCION : DISTRITO DE AZANGARO.
PUNTO DE MUESTREO : PILETA DE AGUA TRATADA.
FECHA DE MUESTREO : 26.03.2013
FECHA DE ANÁLISIS : 26.03.2013.
REFERENCIA : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

RESULTADOS:

N.O	PUNTOS DE MUESTREO	LUGAR	Limite Maximo Permisibles	RESULTADOS		
				HUEVOS y LARVAS de HELMINTOS	PROTOZOARIOS PATOGENOS	ORGANISMOS DE VIDA LIBRES (Algas protozoarios)
01	MUESTRA N° 01, JR. MANUEL BUTRON (PILETA) ZONA BAJA	DIST. AZANGARO	N° org/L = 0	0 org/1000 mL	0 org/1000 mL	0 org/1000 mL
02	MUESTRA N° 02, JR. E. JIMENEZ (PILETA) ZONA MEDIA.	DIST. AZANGARO	N° org/L = 0	0 org/1000 mL	0 org/1000 mL	0 org/1000 mL
03	MUESTRA N° 03, PILETA - ZONA ALTA.	DIST. AZANGARO	N° org/L = 0	0 org/1000 mL	0 org/1000 mL	0 org/1000 mL

Puno, 29 de Abril 2013.

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCION REGIONAL DE SALUD PUNO

Lic. Reynaldo Eorda Sucasaca
DIRECTOR

Laboratorio de Referencia Regional de Salud Pública



EMPRESA MUNICIPAL DE SANEAMIENTO BÁSICO DE PUNO S.A.

LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUAS

INFORMACION GENERAL

LOCALIDAD : AZANGARO
 FECHA DE MUESTREO : 29/01/2014
 FECHA DE ANÁLISIS : 30/01/2014
 MUESTREADO POR : INTERESADO
 FUENTE(S) : AGUAS SUPERFICIALES NO TRATADAS Y TRATADAS
 TIPO DE MUESTRA(S) : AGUA CRUDA Y TRATADAS
 INTERESADO : EPS. NOR PUNO S.A
 DISTRITO/PROVINCIA/DEPARTAMENTO : AZANGARO/AZANGARO/PUNO

PARAMETROS	UNIDAD	NUMERO DE MUESTRA(S)			
		M1 PUNTO DE MUESTREO: RIO AZANGARO CM:300114-010	M2 PUNTO DE MUESTREO: AGUA TRATADA (PLANTA) CM:300114-011	M3 PUNTO DE MUESTREO: RESERVORIO - AGUA TRATADA CM:300114-012	M4 PUNTO DE MUESTREO: RED DE DISTRIBUCION - ZONA MEDIA CM:300114-013
Aspecto	-	Agua natural	Agua natural	Agua natural	Agua natural
Olor	-	Ninguno (Aceptable)	Ninguno (Aceptable)	Ninguno (Aceptable)	Ninguno (Aceptable)
Sabor	-	No Percptible (Aceptable)	No Percptible (Aceptable)	No Percptible (Aceptable)	No Percptible (Aceptable)
Color	Pt/Co	1419 (Amarillento)	19 (Incoloro)	17 (Incoloro)	21 (Incoloro)
Temperatura	°C	15.0	14.7	14.8	14.9
pH	H+/OH-	8.09	7.59	7.55	7.55
Turbiedad	UNT	259	0.75	0.46	0.21
Conductividad Eléctrica	µS/cm	263.00	544.00	553.00	546.00
Sólidos Totales Disueltos (STD)	mg/L	131.00	271.00	277.00	273.00
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	302.00	17.00	12.00	14.00
Dureza Total como CaCO ₃	mg/L	112.18	196.31	168.27	188.30
Calcio como CaCO ₃	mg/L	96.15	148.24	140.22	140.22
Magnesio como CaCO ₃	mg/L	16.03	48.07	28.05	48.08
Alcalinidad Total como CaCO ₃	mg/L	100.06	165.43	153.32	157.36
Cloruros Totales	mg/L	33.60	67.30	59.40	61.40
Cloruro de Sodio	mg/L	55.44	111.05	98.01	101.31
Sulfatos	mg/L	68.00	85.00	83.00	81.00
Hierro Total	mg/L	1.52	0.05	0.04	0.02
Manganeso	mg/L	0.289	0.037	0.035	0.034
Cloro Residual	mg/L	-	-	0.35	0.38

DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS: La muestra conlleva la codificación M1, M2, M3 y M4, según el orden de muestreo, seguido de su respectivo numeral de recepción de muestra efectuado.

SUGERENCIA DE INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS: Se sugiere que los resultados obtenidos sean evaluados en base a la normatividad nacional de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, clasificación para uso de consumo humano poblacional y recreacional (CATEGORIA 1) D.S N° 002-2006-MINAM, y de acuerdo al Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010-SA-DIGESA).

ENSAYADO POR: Analista de laboratorio Fernando M. Bravo Coaguila
 002-00221727-300114





EMPRESA MUNICIPAL DE SANEAMIENTO BÁSICO DE PUNO S.A.

LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

INFORMACION GENERAL

LOCALIDAD : AZANGARO
 FECHA DE MUESTREO : 29/01/2014
 FECHA DE ANÁLISIS : 30/01/2014
 MUESTREADO POR : INTERESADO
 FUENTE(S) : AGUAS SUPERFICIALES NO TRATADAS Y TRATADAS
 TIPO DE MUESTRA(S) : AGUA CRUDA Y TRATADAS
 INTERESADO : EPS. NOR PUNO S.A
 DISTRITO/PROVINCIA/DEPARTAMENTO : AZANGARO/AZANGARO/PUNO

PARAMETROS	UNIDAD	NUMERO DE MUESTRA(S)			
		M1 PUNTO DE MUESTREO: RIO AZANGARO CM:300114-010	M2 PUNTO DE MUESTREO: AGUA TRATADA (PLANTA) CM:300114-011	M3 PUNTO DE MUESTREO: RESERVORIO - AGUA TRATADA CM:300114-012	M4 PUNTO DE MUESTREO: RED DE DISTRIBUCION - ZONA MEDIA CM:300114-013
Coliformes Totales	UFC/100 mL	140	16	0	0

DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS: Las muestras conllevan la codificación M1 y M2, según el orden de muestreo, seguido de su respectivo numeral de recepción de muestra efectuado.

SUGERENCIA DE INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS: Se sugiere que los resultados obtenidos sean evaluados en base a la normatividad nacional de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, clasificación para uso de consumo humano poblacional y recreacional (CATEGORIA 1), D.S N° 002-2006-MINAM, y de acuerdo al Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010-SA-DIGESA).

ENSAYADO POR: Analista de laboratorio Fernando M. Bravo Coaquira.
002-00221725-300114

LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD





EMPRESA MUNICIPAL DE SANEAMIENTO BÁSICO DE PUNO S.A.

LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

INFORMACION GENERAL

LOCALIDAD : AZANGARO
 FECHA DE MUESTREO : 24/02/2014
 FECHA DE ANÁLISIS : 25/02/2014
 MUESTREO POR : INTERESADO
 FUENTE(S) : AGUAS SUPERFICIALES NO TRATADAS Y TRATADAS
 TIPO DE MUESTRA(S) : AGUA CRUDA Y TRATADAS
 INTERESADO : EPS. NOR PUNO S.A
 DISTRITO/PROVINCIA/DEPARTAMENTO : AZANGARO/AZANGARO/PUNO

PARAMETROS	UNIDAD	NUMERO DE MUESTRA(S)			
		M1 PUNTO DE MUESTREO: RIO AZANGARO CM:250214-026	M2 PUNTO DE MUESTREO: AGUA TRATADA (PLANTA) CM:250214-027	M3 PUNTO DE MUESTREO: RESERVORIO - AGUA TRATADA CM:250214-028	M4 PUNTO DE MUESTREO: RED DE DISTRIBUCION - ZONA MEDIA CM:250214-D29
Aspecto	-	Agua natural	Agua natural	Agua natural	Agua natural
Olor	-	Ligeramente a Limo (Aceptable)	Ninguno (Aceptable)	Ninguno (Aceptable)	Ninguno (Aceptable)
Sabor	-	No Percptible (Aceptable)	No Percptible (Aceptable)	No Percptible (Aceptable)	No Percptible (Aceptable)
Color	Pt/Co	1728 (Amarillento)	20 (Incoloro)	15 (Incoloro)	15 (Incoloro)
Temperatura	°C	15.3	15.4	15.4	15.4
pH	H+/OH-	8.17	7.63	7.54	7.58
Turbiedad	UNT	284	0.44	0.40	0.17
Conductividad Eléctrica	µS/cm	272.00	557.00	551.00	547.00
Sólidos Totales Disueltos (STD)	mg/L	136.00	276.00	276.00	273.00
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	318.00	14.00	10.00	10.00
Dureza Total como CaCO ₃	mg/L	117.21	187.16	171.04	195.00
Calcio como CaCO ₃	mg/L	99.10	152.17	147.33	150.21
Magnesio como CaCO ₃	mg/L	18.11	45.01	23.71	44.79
Alcalinidad Total como CaCO ₃	mg/L	104.04	170.01	155.10	164.14
Cloruros Totales	mg/L	38.10	68.40	59.70	64.70
Cloruro de Sodio	mg/L	82.87	112.86	88.61	108.76
Sulfatos	mg/L	67.00	90.00	81.00	84.00
Hierro Total	mg/L	1.86	0.08	0.07	0.05
Manganeso	mg/L	0.294	0.040	0.038	0.040
Cobre	mg/L	1.54	0.05	0.03	0.030
Cloro Residual	mg/L	-	0.48	0.38	0.34

DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS: Las muestras conllevan la codificación M1, M2, M3 y M4, según el orden de muestreo, seguido de su respectivo numeral de recepción de muestra efectuado.

SUGERENCIA DE INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS: Se sugiere que los resultados obtenidos sean evaluados en base a la normatividad nacional de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, clasificación para uso de consumo humano poblacional y recreacional (CATEGORIA 1). D.S N° 002-2008-MINAM, y de acuerdo al Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010-SAN-DIGESA).

ENSAYADO POR: Analista de laboratorio Fernando M. Bravo Coaquira.

002-00222192-250214



Dirección: Av. La Torre N° 573 - Telef: 352190 - Telefax: 352194 - Reclamos: 364051. Puno - Perú



EMPRESA MUNICIPAL DE SANEAMIENTO BÁSICO DE PUNO S.A.

LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

INFORMACION GENERAL

LOCALIDAD : AZANGARO
 FECHA DE MUESTREO : 24/02/2014
 FECHA DE ANÁLISIS : 25/02/2014
 MUESTREO POR : INTERESADO
 FUENTE(S) : AGUAS SUPERFICIALES NO TRATADAS Y TRATADAS
 TIPO DE MUESTRA(S) : AGUA CRUDA Y TRATADAS
 INTERESADO : EPS. NOR PUNO S.A
 DISTRITO/PROVINCIA/DEPARTAMENTO : AZANGARO/AZANGARO/PUNO

PARAMETROS	UNIDAD	NUMERO DE MUESTRA(S)			
		M1 PUNTO DE MUESTREO: RIO AZANGARO CM:250214-026	M2 PUNTO DE MUESTREO: AGUA TRATADA (PLANTA) CM:250214-027	M3 PUNTO DE MUESTREO: RESERVORIO - AGUA TRATADA CM:250214-028	M4 PUNTO DE MUESTREO: RED DE DISTRIBUCION - ZONA MEDIA CM:250214-029
Coliformes Totales	UFC/100 mL	178	0	0	0

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS: Las muestras conllevan la codificación M1, M2, M3 y M4, según el orden de muestreo, seguido de su respectivo numeral de recepción de muestra efectuado.

SUGERENCIA DE INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS: Se sugiere que los resultados obtenidos sean evaluados en base a la normatividad nacional de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, clasificación para uso de consumo humano poblacional y recreacional (CATEGORIA 1), D.S. N° 002-2008-MINAM, y de acuerdo al Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010-SA-DIGESA).

ENSAYADO POR: Analista de laboratorio Fernando M. Bravo Coaquira.
002-00222193-250214





EMPRESA MUNICIPAL DE SANEAMIENTO BÁSICO DE PUNO S.A.

LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

INFORMACION GENERAL

LOCALIDAD : AZANGARO
 FECHA DE MUESTREO : 21/03/2014
 FECHA DE ANÁLISIS : 21/03/2014
 MUESTREO POR : INTERESADO
 FUENTE(S) : AGUAS SUPERFICIALES NO TRATADAS Y TRATADAS
 TIPO DE MUESTRA(S) : AGUA CRUDA Y TRATADAS
 INTERESADO : EPS. NOR PUNO S.A
 DISTRITO/PROVINCIA/DEPARTAMENTO : AZANGARO/AZANGARO/PUNO

PARAMETROS	UNIDAD	NUMERO DE MUESTRA(S)			
		M1 PUNTO DE MUESTREO: RIO AZANGARO CM:210314-050	M2 PUNTO DE MUESTREO: AGUA TRATADA (PLANTA) CM:210314-051	M3 PUNTO DE MUESTREO: RESERVORIO - AGUA TRATADA CM:210314-052	M4 PUNTO DE MUESTREO: RED DE DISTRIBUCION - ZONA BAJA CM:210314-053
Aspecto	-	Agua natural	Agua natural	Agua natural	Agua natural
Olor	-	Ligeramente a Limo (Aceptable)	Ninguno (Aceptable)	Ninguno (Aceptable)	Ninguno (Aceptable)
Sabor	-	No Perceptible (Aceptable)	No Perceptible (Aceptable)	No Perceptible (Aceptable)	No Perceptible (Aceptable)
Color	Pt/Co	1320 (Ligeramente Amarillento)	10 (Incoloro)	08 (Incoloro)	08 (Incoloro)
Temperatura	°C	14.3	14.5	14.5	14.5
pH	H+/OH-	8.14	7.61	7.54	7.57
Turbiedad	UNT	244	1.01	0.78	0.54
Conductividad Eléctrica	µS/cm	270.00	581.00	557.00	558.00
Sólidos Totales Disueltos (STD)	mg/L	135.00	280.00	278.00	279.00
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	mg/L	307.00	14.00	11.00	10.00
Dureza Total como CaCO ₃	mg/L	124.20	195.10	187.14	184.16
Calcio como CaCO ₃	mg/L	98.10	156.14	147.20	143.10
Magnesio como CaCO ₃	mg/L	26.10	41.96	39.94	41.06
Alcalinidad Total como CaCO ₃	mg/L	107.14	170.10	164.20	164.40
Cloruros Totales	mg/L	34.60	58.14	60.70	62.30
Cloruro de Sodio	mg/L	57.09	112.43	100.16	102.80
Sulfatos	mg/L	70.00	91.00	84.00	85.00
Hierro Total	mg/L	1.64	0.07	0.04	0.04
Manganeso	mg/L	0.294	0.041	0.031	0.030
Cobre	mg/L	1.53	0.03	0.02	0.020
Cloro Residual	mg/L	-	0.50	0.42	0.40

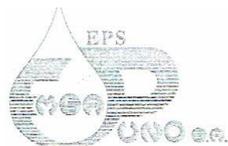
DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS: Las muestras conllevan la codificación M1, M2, M3 y M4, según el orden de muestreo, seguido de su respectivo numeral de recepción de muestra efectuado.

SUGERENCIA DE INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS: Se sugiere que los resultados obtenidos sean evaluados en base a la normatividad nacional de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, clasificación para uso de consumo humano poblacional y recreacional (CATEGORIA 1). D.S N° 002-2008-MINAM, y de acuerdo al Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (D.S N° 031-2010-SA-DIGESA).

ENSAYADO POR: Analista de laboratorio Fernando M. Bravo Coaquira
 002-00222778-210314



Dirección: Av. La Torre N° 573 - Teléf.: 352190 - Telefax: 352199 - Reclamos: 364051. Puno - Perú



EMPRESA MUNICIPAL DE SANEAMIENTO BÁSICO DE PUNO S.A.

LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

INFORMACION GENERAL

LOCALIDAD : AZANGARO
 FECHA DE MUESTREO : 21/03/2014
 FECHA DE ANÁLISIS : 21/03/2014
 MUESTREO POR : INTERESADO
 FUENTE(S) : AGUAS SUPERFICIALES NO TRATADAS Y TRATADAS
 TIPO DE MUESTRA(S) : AGUA CRUDA Y TRATADAS
 INTERESADO : EPS, NOR PUNO S.A
 DISTRITO/PROVINCIA/DEPARTAMENTO : AZANGARO/AZANGARO/PUNO

PARAMETROS	UNIDAD	NUMERO DE MUESTRA(S)			
		M1 PUNTO DE MUESTREO: RIO AZANGARO CM:210314-050	M2 PUNTO DE MUESTREO: AGUA TRATADA (PLANTA) CM:210314-051	M3 PUNTO DE MUESTREO: RESERVORIO - AGUA TRATADA CM:210314-052	M4 PUNTO DE MUESTREO: RED DE DISTRIBUCION - ZONA BAJA CM:210314-053
Coliformes Totales	UFC/100 mL	173	0	0	0

DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS: Las muestras conllevan la codificación M1, M2, M3 y M4, según el orden de muestreo, seguido de su respectivo numeral de recepción de muestra efectuado.

SUGERENCIA DE INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS: Se sugiere que los resultados obtenidos sean evaluados en base a la normatividad nacional de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, clasificación para uso de consumo humano poblacional y recreacional (CATEGORIA 1), D.S N° 002-2006-MINAM, y de acuerdo al Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010-SAN-DIGESA).

ENSAYADO POR: Analista de laboratorio Fernando M. Bravo Coaquira.
002-00222779-210314



EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO EPS NOR PUNO S.A.
EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LAS MUNICIPALIDADES DE AZANGARO, CARABAYA, HUANCANE, LAMPA, SAN ANTONIO DE PUTINA Y SANDIA

CONSTANCIA DE TRABAJO

**EL QUE SUSCRIBE EN LA EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIO DE AGUA
POTABLE EPS NOR PUNO S.A .**

HACE CONSTAR

Que, la Bach. **ESTEFANY GONZALES QUISPE** identificada con DNI N° 42224269, Viene laborando en nuestra institución EPS Nor Puno S.A. En el Dpto. Producción y Control de Calidad de la planta de tratamiento de agua potable Desde el 01 de enero al 31 de diciembre 2013. Ha demostrado puntualidad, responsabilidad y eficiencia en las labores encomendadas.

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Azángaro 15 de marzo del 2017.

Por una Gestión Sostenible del Agua



RECCIÓN: Jr. Manuel Nuñez Butrón N° 446 - Azángaro PUNO - PERÚ Telefax.: (051) 562042 RUC. 20225257354
norpuno@yahoo.es

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO EPS NOR PUNO S.A.
EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LAS MUNICIPALIDADES DE AZANGARO, CARABAYA, HUANCANE, LAMPA, SAN ANTONIO DE PUTINA Y SANDIA

CONSTANCIA DE TRABAJO

EL QUE SUSCRIBE EN LA EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIO DE AGUA
POTABLE EPS NOR PUNO S.A .

HACE CONSTAR

Que, la Bach. **ESTEFANY GONZALES QUISPE** identificada con DNI N° 42224269, Viene laborando en nuestra institución EPS Nor Puno S.A. En el Dpto. Producción y Control de Calidad de la planta de tratamiento de agua potable Desde el 01 de enero al 31 de diciembre 2014. Ha demostrado puntualidad, responsabilidad y eficiencia en las labores encomendadas.

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Azángaro 15 de marzo del 2017.



DIRECCIÓN: Jr. Manuel Nuñez Butrón N° 446 - Azángaro PUNO - PERÚ Telefax.: (051) 562042 RUC. 20225257354

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO EPS NOR PUNO S.A.
EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LAS MUNICIPALIDADES DE AZANGARO, CARABAYA, HUANCANE, LAMPA, SAN ANTONIO DE PUTINA Y SANDIA

CONSTANCIA DE TRABAJO

EL QUE SUSCRIBE EN LA EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIO DE AGUA
POTABLE EPS NOR PUNO S.A.

HACE CONSTAR

Que, la Bach. **ESTEFANY GONZALES QUISPE** identificada con DNI N° 42224269, Viene laborando en nuestra institución EPS Nor Puno S.A. En el Dpto. Producción y Control de Calidad de la planta de tratamiento de agua potable Desde el 01 de enero al 31 de diciembre 2015. Ha demostrado puntualidad, responsabilidad y eficiencia en las labores encomendadas.

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Azángaro 15 de marzo del 2017.

Por una Gestión Sostenible del Agua



DIRECCIÓN: Jr. Manuel Nuñez Butrón N° 446 - Azángaro PUNO - PERÚ Telefax.: (051) 562042 RUC. 20225257354
norpuno@yahoo.es