



# **UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA E  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA**

## **TESIS**

*“Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento”*

Presentada para optar el título profesional de:

**INGENIERO QUÍMICO**

Por:

Bach. CAVA SUÁREZ, Tania

Bach. RAMOS ARÉVALO, Fiorella E. del Rosario

LAMBAYEQUE – PERU

2016

**“CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE  
AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA LOCALIDAD LAS JUNTAS  
DEL DISTRITO PACORA – LAMBAYEQUE, Y PROPUESTA DE  
TRATAMIENTO”**

**TESIS**

Presentada como requisito para optar el título profesional de:

**INGENIERO QUÍMICO**

Por:

**BACH. CAVA SUÁREZ TANIA  
BACH. RAMOS ARÉVALO FIORELLA E. DEL ROSARIO**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

**Dr. Ing. César Alberto García Espinoza**  
**PRESIDENTE**

\_\_\_\_\_

**M.Sc. Ing. Doyle Isabel Benel Fernández**  
**SECRETARIA**

\_\_\_\_\_

**Ing. Gerardo Santamaría Baldera**  
**VOCAL**

\_\_\_\_\_

**M.Sc. Ing. José Enrique Hernández Oré**  
**ASESOR**

\_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

***Mi tesis la dedico con mucho amor y cariño a mis padres,***  
*que han sido un pilar fundamental en mi formación*  
*como profesional, por brindarme la confianza, consejos,*  
*oportunidad y recursos para lograrlo.*

***A mi hermana, por sus palabras y compañía.***

***A mi esposo, gracias por estar siempre en esos momentos difíciles,***  
*brindándome su amor, paciencia y comprensión.*

***A mi hijo hermoso, quien ha sido mi mayor***  
*motivación para no rendirme.*

***Por último a esos verdaderos amigos, con los que compartimos***  
*todos estos años juntos y a todas aquellas personas*  
*que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.*

***Tania Cava***

## **DEDICATORIA**

**A Dios**, por sus bendiciones e iluminar mi camino,  
por brindarme la fuerza necesaria para poder lograr  
uno de mis grandes propósitos en mi vida profesional.

**A mis padres**, por sus consejos, comprensión, amor  
y apoyo en los malos y buenos momentos para seguir  
adelante y concretar una meta más en mi formación  
académica y personal.

**A mi hermana Katherine**, por estar siempre presente  
brindándome su apoyo.

**A mi abuela querida**, gracias por tus oraciones,  
por preocuparte y amarme con tanta ternura y devoción.

*Fiorella Ramos*

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente doy gracias a Dios por permitirme tener una buena experiencia dentro de mi universidad.

A mis Padres por haberme proporcionado la mejor educación y lecciones de vida, a mi hermana por darme aliento para no desmayar en el camino, a mi esposo y mi hijo por su apoyo y comprensión.

A mi compañera de tesis que más que una compañera una amiga, a ti Fiorella.

A mi asesor de Tesis M.Sc. José Enrique Hernández Oré, por su conocimiento, orientación, paciencia y motivación que han sido fundamentales para el desarrollo de esta tesis.

A todos aquellos Ingenieros que nos brindaron su apoyo de manera desinteresada.

Al Sr. Floriano por brindarnos sus conocimientos, su confianza y tiempo para apoyarnos en laboratorio.

A la Srta. Rosa Cumpa por su buen trato y amabilidad para atendernos ante alguna duda.

Dios les pague a todos y aquellas personas que hayan contribuido con el desarrollo de esta tesis.

*Tania Cava*

## ***AGRADECIMIENTO***

En primer lugar doy infinitas gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres, los cuales se han preocupado por mí en todo momento y me han impulsado a seguir adelante.

A mi tía Zoila, por orientarme en la búsqueda del tema a investigar y formar parte del desarrollo.

A nuestro asesor de Tesis, por toda la colaboración brindada y asesoramiento durante la elaboración de este proyecto.

A mi compañera de tesis, porque sin el equipo que formamos no hubiéramos logrado esta meta.

A la población de Las Juntas por permitirnos desarrollar la fase de investigación y experimentación.

Finalmente a todas las personas que estuvieron pendientes a lo largo de este proceso, brindado todo su apoyo incondicional.

A todos ustedes gracias por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencia que nunca voy a olvidar.

***Fiorella Ramos***

## ÍNDICE GENERAL

### INTRODUCCION

#### CAPÍTULO I: Marco Teórico

1.1.	ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	2
1.2.	INFORMACION GENERAL .....	3
1.2.1.	Ubicación geográfica .....	3
1.2.2.	Aspecto socio – económico .....	5
1.2.3.	Sistema de agua potable.....	7
1.3.	BASE TEORICA.....	7
1.3.1.	Propiedades y generalidades del agua.....	7
1.3.2.	Usos del agua.....	8
1.3.3.	Escasez de agua .....	10
1.3.4.	Calidad del agua.....	10
1.3.5.	Factores que influyen en la cantidad y calidad del agua.....	12
1.3.6.	Contaminación de aguas subterráneas .....	17
1.3.7.	Parámetros evaluados para la caracterización de la calidad del agua para consumo humano.....	18
1.3.8.	Marco Legal.....	32

#### CAPÍTULO II: Materiales y Métodos

2.1.	AREA DE EJECUCION.....	35
2.2.	POBLACION Y MUESTRA DE ESTUDIO.....	35
2.2.1.	Población .....	35
2.2.2.	Muestra .....	35
2.4.	METODOLOGIA EXPERIMENTAL .....	36
2.4.1.	Selección de área de muestreo .....	36
2.4.2.	Periodicidad de muestreo.....	36
2.4.3.	Recolección de muestras .....	36
2.4.4.	Métodos y análisis que se deberán de realizar .....	37

### CAPÍTULO III: Resultados y Discusión

3.1.	ANALISIS FISICO – QUIMICO DEL AGUA .....	44
3.1.1.	Físicos.....	44
3.1.2.	Químicos.....	52
3.2.	ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA.....	76
3.2.1.	Microbiológicos .....	76

### CAPITULO IV: Propuesta de Tratamiento

4.1.	ELECTRODIALISIS.....	83
4.1.2.	Componentes de una pila de membranas .....	88
4.1.3.	Ensuciamiento coloidal.....	91
4.2.	OSMOSIS INVERSA.....	92
4.3.	CLORACIÓN .....	94
4.4.	LÁMPARAS UV PARA DESINFECCIÓN .....	96

Conclusiones y Recomendaciones

Referencias Bibliográficas

Apéndice

Anexos



## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Ubicación de la localidad de Las Juntas.....	5
Figura N° 02: Proceso de electrodiálisis reversible.....	84
Figura N° 03: Celda electrolítica .....	85
Figura N° 04: Celda electrolítica con membranas.....	85
Figura N° 05: Recirculación de salmuera .....	86
Figura N° 06: Cambio automático de la polaridad .....	87
Figura N° 07: Esquema de una electrodiálisis reversible .....	87
Figura N° 08: Espaciadores .....	89
Figura N° 09: Formación de la pila de membranas.....	90
Figura N° 10: Autolimpieza .....	91
Figura N° 11: Osmosis Inversa Modelo SEF – OSMO 600 .....	93
Figura N° 12: Efecto del cloro residual .....	95
Figura N° 13: Cloro granulado .....	95
Figura N° 13: Fluorescente lineal .....	101
Figura N° 14: Fluorescente lineal .....	96

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Población de la localidad de Las Juntas	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Tabla N° 02: Tipos de agua según su dureza .....	28
Tabla N° 03: Rangos de alcalinidad .....	30
Tabla N° 04: Resultados de temperaturas en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	44
Tabla N° 05: Límite máximo permisible del parámetro temperatura .....	44
Tabla N° 06: Resultados de turbidez en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	46
Tabla N° 07: Límite máximo permisible del parámetro turbidez .....	46

Tabla N° 08: Resultados del color en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	48
Tabla N° 09: Límite máximo permisible del parámetro color .....	48
Tabla N° 10: Resultados de la conductividad en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas.....	50
Tabla N° 11: Límite máximo permisible del parámetro conductividad.....	50
Tabla N° 12: Resultados del pH en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	52
Tabla N° 13: Límite máximo permisible del parámetro pH .....	52
Tabla N° 14: Resultados de la alcalinidad en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	54
Tabla N° 15: Límite máximo permisible del parámetro alcalinidad.....	54
Tabla N° 16: Resultados de cloruros en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	56
Tabla N° 17: Límite máximo permisible del parámetro cloruro .....	56
Tabla N° 18: Resultados de la dureza total en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	58
Tabla N° 19: Límite máximo permisible del parámetro dureza total .....	58
Tabla N° 20: Resultados de calcio en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	60
Tabla N° 21: Límite máximo permisible del parámetro calcio.....	60
Tabla N° 22: Resultados de magnesio en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	62
Tabla N° 23: Límite máximo permisible del parámetro magnesio .....	62
Tabla N° 24: Resultados de sulfatos en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	64
Tabla N° 25: Límite máximo permisible del parámetro sulfato .....	64
Tabla N° 26: Resultados de nitratos en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	66
Tabla N° 27: Límite máximo permisible del parámetro nitrato .....	66
Tabla N° 28: Resultados de sólidos totales disueltos en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	68
Tabla N° 29: Límite máximo permisible del parámetro solido totales disueltos .....	68

Tabla N° 30: Resultados de arsénico en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	70
Tabla N° 31: Límite máximo permisible del parámetro arsénico .....	70
Tabla N° 32: Resultados de plomo en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	72
Tabla N° 33: Límite máximo permisible del parámetro plomo .....	72
Tabla N° 34: Resultados de cloro residual en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	74
Tabla N° 35: Límite máximo permisible del parámetro cloro residual .....	74
Tabla N° 36: Resultados de coliformes totales en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas.....	76
Tabla N° 37: Límite máximo permisible del parámetro coliforme total .....	76
Tabla N° 38: Resultados de coliformes termotolerantes en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	78
Tabla N° 39: Límite máximo permisible del parámetro coliforme termotolerante.....	78
Tabla N° 40: Resultados de recuento de heterótrofos en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas .....	80
Tabla N° 41: Límite máximo permisible del parámetro recuento de heterótrofos ....	80

## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 01: Temperatura de las muestras de agua y del límite máximo permisible..	45
Gráfico N° 02: Turbidez de las muestras de agua y del límite máximo permisible .....	47
Gráfico N° 03: Color de las muestras de agua y del límite máximo permisible .....	49
Gráfico N° 04: Conductividad de las muestras de agua y del límite máximo permisible	51
Gráfico N° 05: Potencial de Hidrogeno de las muestras de agua y del límite máximo permisible.....	53
Gráfico N° 06: Alcalinidad de las muestras de agua y del límite máximo permisible.....	55
Gráfico N° 07: Cloruros de la muestras de agua y del límite máximo permisible .....	57
Gráfico N° 08: Dureza Total de las muestras de agua y del límite máximo permisible..	59

Gráfico N° 09: Calcio de las muestras de agua y límite máximo permisible.....	61
Gráfico N° 10: Magnesio de las muestras de agua y límite máximo permisible .....	63
Gráfico N° 11: Sulfatos de las muestras de agua y límite máximo permisible.....	65
Gráfico N° 12: Nitratos de las muestras de agua y límite máximo permisible .....	67
Gráfico N° 13: Sólidos Totales Disueltos de las muestras de agua y límite máximo permisible.....	69
Gráfico N° 14: Arsénico de las muestras de agua y límite máximo permisible.....	71
Gráfico N° 15: Plomo de las muestras de agua y límite máximo permisible .....	73
Gráfico N° 16: Cloro Residual de las muestras de agua y límite máximo permisible ...	75
Gráfico N° 17: Coliformes Totales de las muestras de agua y límite máximo permisible.....	77
Gráfico N° 18: Coliformes Termotolerantes de las muestras de agua y límite máximo permisible.....	79
Gráfico N° 19: Recuento de Heterótrofos de las muestras de agua y límite máximo permisible .....	81

## **RESUMEN**

El estudio se realizó en la localidad de Las Juntas, ubicada en el distrito de Pacora del departamento de Lambayeque, con el objetivo de caracterizar físico – químico y microbiológicamente el agua de consumo humano de dicha localidad y así elaborar una propuesta de tratamiento para el fortalecimiento de este servicio.

Para esto se tomó como referencia el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: DS N° 031 – 2010 – SA del Ministerio de Salud.

Para el análisis de agua se tomaron diez puntos de muestreo en diferentes sitios de la localidad los cuales incluye el pozo subterráneo, tanque de almacenamiento y 8 viviendas, para cada sitio de muestreo se recolectó dos muestras para análisis físico – químico y microbiológico respectivamente, se recolectó por 4 semanas haciendo un total de 40 muestras, evaluando 19 parámetros.

Obteniéndose como resultado que los parámetros que están dentro de los límites para consumo humano son: pH, dureza total, turbidez, color, nitratos, arsénico, plomo y recuento de heterótrofos y los siguientes parámetros que sobrepasan los límites son: cloruros, magnesio, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, sulfatos, cloro residual, coliformes totales y coliformes termotolerantes.

Según los datos proporcionados de la calidad del agua, se concluye que el agua proveniente de la localidad de Las Juntas no es apta para consumo humano. Esto implica y justifica la aplicación sistemática de un tratamiento de electrodiálisis reversible, con el fin de mejorar la calidad de agua, y lograr que la población esté protegida contra enfermedades infectocontagiosas.

## **ABSTRACT**

The study was conducted in Las Juntas, located in the district of Pacora in Lambayeque región, with the aim to characterize the drinking water of this locality physical - chemically and microbiologically and develop a proposal of treatment to strengthen this service.

To get this, it was used as reference The Water Quality Regulations for Human Consumption: DS N° 031 - 2010 – SA of Ministry of Health.

For the water analysis, ten sampling points were selected in different sites of the locality which includes the underground well, a storage tank and 8 houses. For every sampling site 2 samples were collected for physical - chemically and microbiologically analysis respectively. They all were collected during four weeks with a result of 40 samples and 19 evaluations of parameters.

The results indicate that the parameters which are within the permissible limits of human consumption are: pH, total water hardness, turbidity, color, nitrates, arsenic, lead and heterotrophic plate count (HPC). The parameters which exceed the limits are: chloride, magnesium, electric conductivity, total dissolved solids, sulfates, residual chlorine, total coliforms and thermotolerant coliforms.

According to data provide about water quality, it is concluded that the water from Las Juntas is unfit for human consumption. This implies and justifies the systematic application of a treatment of reversible electrodialysis, in order to improve the quality of water and ensure that the population is protected from infectious diseases.

## INTRODUCCION

El agua es un elemento esencial para la vida y somos conscientes que es necesaria para todos los seres vivos, para la producción de alimentos, electricidad, mantenimiento de la salud. También es requerida en el proceso de elaboración de muchos productos industriales, y es esencial para asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas de la tierra (ONU/WWAP 2003).

El agua forma parte de todos los procesos naturales de la tierra, por lo que tiene un impacto en todos los aspectos de la vida.

Debido a que cada organismo depende del agua, ésta se ha convertido en el eje primordial del desarrollo de la sociedad a través de la historia. Pero también es un recurso limitado, muy vulnerable y escaso en los últimos años, y no existe una conciencia globalizada sobre el manejo razonable que se debe ejercer sobre el mismo.

La investigación se justifica que en la actualidad el recurso hídrico se encuentra bajo presiones crecientes como consecuencia del crecimiento de la población, el incremento de las actividades pecuarias y el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas, lo que ha llevado a una competencia por los recursos limitados de agua dulce. Una combinación de problemas económicos y socioculturales sumados a una carencia de programas de superación de la pobreza, ha contribuido en las personas que viven en condiciones precarias a sobreexplotar los recursos naturales, lo cual afecta negativamente la calidad del recurso agua; así mismo contribuye a la transmisión de gran cantidad de enfermedades diarreicas agudas en la población y las carencias de medidas de control de la contaminación dificultan el uso sostenible del vital líquido.

Sin la seguridad de tener acceso a agua de calidad, los humanos no podríamos sobrevivir por mucho tiempo. Las enfermedades relacionadas con el agua están entre los más comunes malestares. Por lo tanto el agua potable es un recurso vital para la humanidad, de su buena calidad depende el buen desarrollo de la sociedad y la buena salud de la población.

Por tal motivo, en el caserío Las Juntas ubicado en el distrito de Pacora, departamento de Lambayeque, con una población de 550 habitantes, según INEI – CENSO 2013, cuenta con un sistema de abastecimiento de agua que se obtiene

directamente del pozo artesanal ubicado en la entrada de dicho caserío, el cual se encuentra en mal estado por su vida útil de dicha infraestructura ya que sus tuberías se encuentran colmatadas por la sedimentación (sarro). Actualmente ésta agua no es analizada y no cuenta con ningún tratamiento para el consumo humano, ocasionando constantes problemas en la salud en los habitantes de Las Juntas.

Frente a la situación expuesta, se decidió investigar: ¿Cuáles son las características químicas, físicas, microbiológicas y organolépticas que posee el agua que consume la población de Las Juntas del distrito de Pacora? ¿Qué métodos alternativos de mejora se puede implementar?

El objeto de la investigación es caracterizar físico – química y microbiológicamente el agua de consumo humano de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora, identificar los factores que inciden en la calidad del agua, verificar si la desinfección del agua se ha realizado de manera sistemática y sostenida con la finalidad de destruir los organismos patógenos presentes, y elaborar una propuesta de tratamiento para el fortalecimiento de este servicio que será de gran beneficio para la población.

Esta investigación contribuye a que los beneficiarios conozcan la calidad del agua, sensibilizando sobre la necesidad del uso, manejo racional y técnico de este recurso. Con ello se realiza una propuesta de medidas correctivas, beneficiando no solo las actuales, si no a las futuras generaciones, recuperando la calidad del recurso hídrico, para satisfacer las necesidades actuales y requerimientos de la población, mejorando sus condiciones de vida y salud, impulsando de esa forma el desarrollo de la región.

El presente informe de investigación consta de 4 capítulos: en el primer capítulo se presenta el marco teórico; en el segundo capítulo Los Materiales y Métodos; en el tercer capítulo Los Resultados y discusión y finalmente en el cuarto capítulo Propuesta de tratamiento.



# ***CAPÍTULO I***

## ***Marco Teórico***

### 1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

#### **F. RAMOS MALDONADO, (2006), “ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL AREA URBANA DEL PUERTO DE SAN JOSE, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA”.**

Ramos Maldonado realizó un estudio denominado “Análisis de la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del puerto de San José, departamento de Escuintla” realizado en Guatemala, cuyo objetivo fue realizar un análisis físico – químico y bacteriológico del agua que actualmente suministra el sistema de abastecimiento, con el fin de verificar si la vigilancia y el control de la misma cumplen con los requisitos exigidos por Norma Coguanor NGO 29001, para consumo humano del área urbana del municipio del Puerto de San José, del departamento de Escuintla. El autor llega a la conclusión por efectos de la investigación que el agua extraída desde las profundidades de la tierra, no debería estar contaminada, por no existir oxígeno disuelto y en el aspecto de la bacteriología en este tipo de agua los microorganismos no tendrían medios de subsistencia, pero se concluyó en los análisis realizados en ese lugar no se cumplía, debido a que el agua cruda de los pozos mostraban contaminación fecal.

En base a los valores obtenidos de los parámetros físicos y químicos del agua en estudio, el agua suministrada por la red de abastecimiento de la municipalidad de Puerto de San José, en su mayoría es apta para consumo humano. Mientras que según características bacteriológicas el agua suministrada no es apta para consumo humano, por lo que en determinados momentos puede afectar la salud del consumidor.

#### **H. GUDIEL PANIAGUA, (1996), “DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y USO INDUSTRIAL DE LAS FUENTES DE AGUA QUE ABASTECEN AL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA”**

Gudiel Paniagua realizó un estudio denominado “Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial de las fuentes de agua que abastecen al municipio de Santa Catarina Pinula” en Guatemala, cuyo objetivo fue determinar la calidad física, química y bacteriológica del

agua distribuida por el sistema de abastecimiento municipal a la población de Santa Catarina Pinula y sus alrededores; este autor llega a la conclusión por efectos de la investigación que: el agua distribuida por la municipalidad de Santa Catarina Pinula cumple con la norma COGUANOR NGO 29-001 en cuanto a parámetros físicos se refiere, durante la época de verano; no ocurre así en invierno, ya que las características de turbiedad y color la hacen no potable. En cuanto a parámetros químicos, no es apta para consumo humano, debido a la concentración de hierro excede el máximo permisible establecido por la norma, el resto de parámetros químicos si cumplen con la norma. El agua bacteriológicamente no es potable, según la norma de calidad del agua.

Para uso industrial, no cumple la propuesta de norma, por lo que debe ser objeto de algún tratamiento antes de ser usada con fines industriales.

#### **E. YUPANQUI TORRES, (2006), “ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE FUENTES DE AGUAS TERMOMINERALES DEL CALLEJON DE HUAYLAS”**

Yupanqui Torres realizó el estudio denominado “Análisis Físicoquímico de fuentes de aguas termominerales del Callejón de Huaylas”, cuyo objetivo fue: determinar las características físicoquímicas de las fuentes de aguas termominerales más importantes del Callejón de Huaylas. El autor llega a la conclusión que los componentes catiónicos y aniónicos mayoritarios en las aguas termominerales de El Pato, La Merced, Chancos y Monterrey son: sodio, calcio, cloruro, bicarbonato y sulfato, por lo tanto no son aptas para la alimentación, ni deben ser utilizadas para regadío en la agricultura.

## **1.2. INFORMACION GENERAL**

### **1.2.1. Ubicación geográfica**

El distrito de Pacora es uno de los distritos de la provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque, Región Lambayeque, misma que la integran 03 provincias.

El distrito de Pacora se encuentra ubicada en el centro de la provincia de Lambayeque entre los paralelos 6° 30` 54” de latitud

sur y  $79^{\circ} 10' 9''$  de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Se encuentra a una altura de 57 m.s.n.m.

El distrito de Pacora limita:

Norte : Con el distrito de Illimo.  
Sur : Con el distrito de Mochumi.  
Este : Con el distrito de Pitipo.  
Oeste : Con el distrito de Mórrope.

### **EL CASERIO LAS JUNTAS**

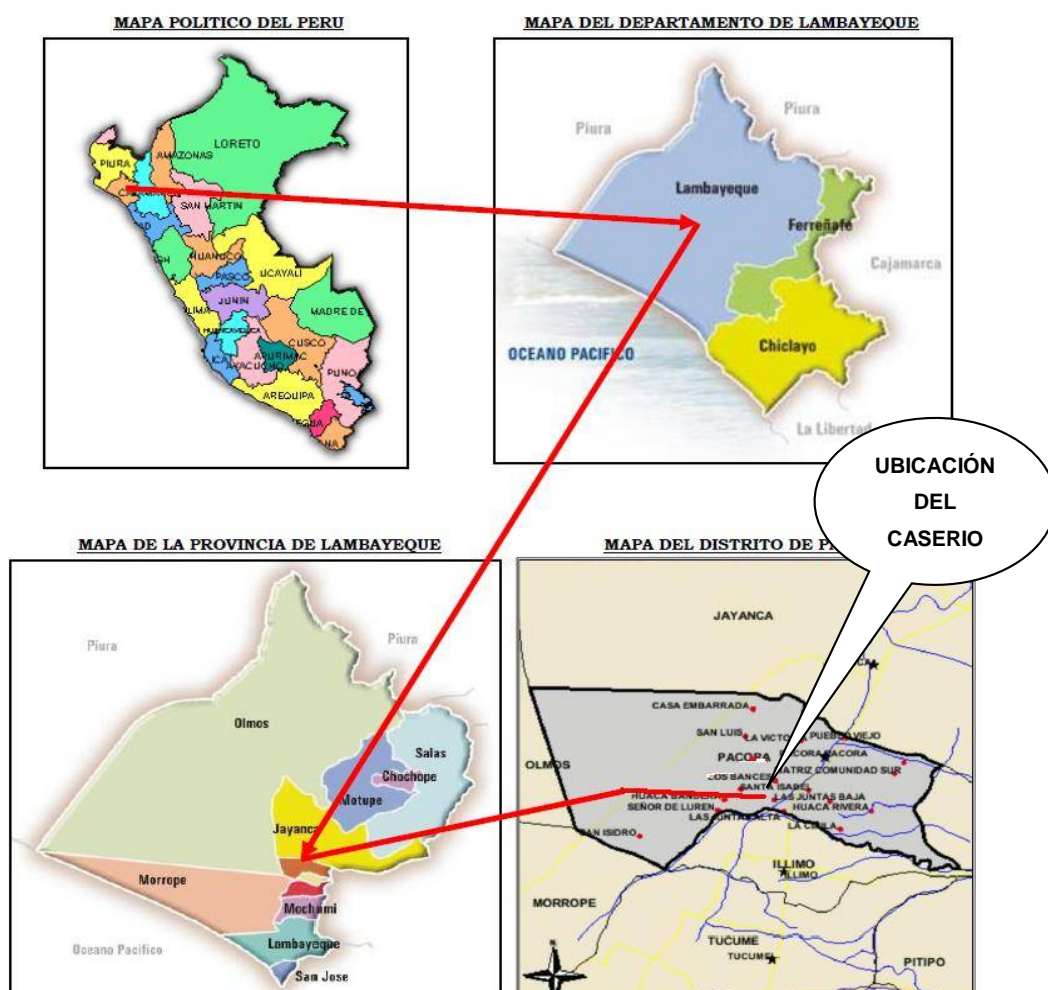
El caserío las Juntas se ubica en el distrito de Pacora, provincia de Lambayeque, Región Lambayeque, Perú. Tiene una extensión de 8,478 ha.

#### **Límites del caserío Las Juntas:**

Norte : Con el caserío Los Bances y el Distrito de Jayanca  
Sur : Con el Caserío Huaca Rivera y el Distrito de Illimo.  
Este : Con la Matriz Comunidad Sur y el Distrito de Jayanca.  
Oeste : El Caserío San Isidro, el Distrito de Mórrope y el distrito de Olmos.

El área de investigación, se encuentra ubicada en la región y departamento de Lambayeque, distrito de Pacora.

**Figura N° 01:** Ubicación de la localidad de Las Juntas



**Fuente:** <http://www.imarpe.gob.pe/chiclayo/index2.htm>

## 1.2.2. Aspecto socio – económico

### 1.2.2.1. Demografía

La localidad del caserío Las Juntas, cuenta con una población aproximada de 550 habitantes de los cuales 57% son varones y 43% son mujeres (según proyecciones del censo 2005).

La densidad poblacional es de 5,0 hab/vivienda y con una tasa de crecimiento de 1,52% (tasa de crecimiento inter censal 2013 del distrito de Pacora), la población en un 95% tiene residencia estable en la localidad, el crecimiento es con tendencia a un núcleo urbano.

**Tabla N° 01:** Población de la localidad de Las Juntas

CASERIO	POBLACIÓN	VIVIENDAS	Nº PERSONAS/VIV.
<b>LAS JUNTAS</b>	<b>550</b>	<b>110</b>	<b>5.00</b>

**Fuente:** INEI, 2013

#### 1.2.2.2. Actividad económica

La principal actividad económica que se desarrolla en el caserío de Las Juntas es la ganadería y la apicultura, esta se desarrolla tradicionalmente, ubicándose en zonas de arbustos, al pastoreo o sueltas, también al amarre y estabulado pero en poca escala, existiendo en su mayoría raza criolla o cruzada.

La agricultura, segunda actividad económica más importante, la misma que en su mayor parte se desarrolla de manera extensiva, con bajos niveles técnicos y de productividad. Si hablamos del sector agricultura podríamos decir que es una actividad abandonada o descuidada por el actual gobierno, no existe apoyo crediticio ni apoyo con insumos. También falta de asistencia técnica para cultivo de frutales y de pan llevar, así como la falta de atención a los proyectos de envergadura, Sus principales productos de cultivo son: arroz, maíz, menestras.

#### 1.2.2.3. Educación

En educación se cuenta con centros educativos estatales y no estatales, dentro de los cuales se cuenta con niveles de educación inicial, primaria, secundaria y ocupacional. Entre ellas podemos mencionar al CEI N°207, CE. N°10201, CE. N°10202, CE. San Pablo de nivel secundario; en el nivel ocupacional el CEPROT “Nuestra Señora de Lourdes”, tiene carreras cortas como corte y confección y computación.

La infraestructura educativa presenta deterioro, debido al mal estado de conservación de las edificaciones y requieren de la intervención inmediata de mejoramiento en beneficio de la seguridad física y prestación del servicio.

En el caserío Las Juntas existe el colegio de Nivel Primario y nivel inicial N° 10206.

#### 1.2.3. Sistema de agua potable

Su sistema de agua potable de esta localidad consta de un pozo tubular con una perforación de 26 m por 1,60 m de diámetro y una producción de 5 l/s, con una construcción de caseta de bombeo con su respectivo equipamiento, línea de conducción en una longitud de 7769,90 m con tubería  $\varnothing = 2"$  PVC, construcción de un reservorio apoyado de 16,00 m<sup>3</sup> de capacidad, y 110 conexiones domiciliarias de agua con tubería PVC  $\varnothing \frac{1}{2}"$  con un total de 472,50 m con su correspondiente caja con marco y tapa de concreto pre - fabricado.

### 1.3. BASE TEORICA

#### 1.3.1. Propiedades y generalidades del agua

El agua es un componente de nuestra naturaleza que ha estado presente en la Tierra desde hace más de 3000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta. Su naturaleza se compone de tres átomos, dos de hidrogeno y uno de oxigeno que unidos entre si forman una molécula de agua (H<sub>2</sub>O).

La forma en que estas moléculas se unen entre sí determinará la forma en que encontramos el agua en nuestro entorno; como líquidos, en lluvias, ríos, océanos, camanchaca, etc., como sólidos en témpanos y nieves o como gas en las nubes. El agua es un líquido incoloro, casi inodoro e insípido, esencial para la vida animal y vegetal y el más empleado como solvente.

Gran parte del agua de nuestro planeta, alrededor del 98%, corresponde a agua salada que se encuentra en mares y océanos, el agua dulce que poseemos en 69% corresponde a agua atrapada en glaciares y nieves eternas, un 30% está constituido por aguas subterráneas y una cantidad no superior al 0,7% se encuentra en forma de ríos y lagos.

Su punto de congelamiento es 0 Celsius (32 °F) su punto de ebullición 100 Celsius (212 °F), su gravedad específica es de 1,000. La mayoría de las moléculas de agua tiene un peso molecular de 18. Sin embargo, puesto que el hidrógeno y el oxígeno tienen cada uno 3 isótopos se sabe que el agua se presenta en condiciones normales o naturales ambientales, en uno de sus tres estados; sólido, líquido y gaseoso, que las temperaturas de transformación de un estado en otro han sido tomadas como puntos estables o fijos.

### 1.3.2. Usos del agua

El agua es el recurso más abundante de la Tierra. Esta es una afirmación muy conocida por todos y se dice que el agua ocupa las dos terceras partes del planeta tierra. El consumo doméstico alcanza aproximadamente el 10% y la industria el 21%. Además el agua es el mayor componente del cuerpo de todos los seres vivos. El uso del agua se puede clasificar en:

- Uso humano o domestico:

El consumo doméstico alcanza aproximadamente el 10% de consumo en las actividades del quehacer cotidiano de las personas así como para las plantas y los animales. Expresan



los diferentes usos en el hogar: beber, bañarse, cepillar los dientes, lavar la cabeza, preparar los alimentos, lavar la ropa, limpiar la casa, regar las plantas, lavar los platos, descargar el inodoro, lavar los automóviles, etc.

- Uso industrial:

Es utilizada en proceso de plantas industriales como materia prima hasta un producto terminado para su comercialización. A nivel industrial está presente y se utiliza como materia prima, generación de vapor por medio de calderas, lavado, intercambiadores de calor, refrigerantes, refrigeración, calefacción en procesos térmicos, destilerías de petróleo, refinerías, industrias petroquímicas, mataderos, curtiembres, lavaderos de lana, industrias lácteas etc.

- Uso público:

Es el agua que se consume en lugares públicos, bebedores, oasis, para mantener en los sistemas contra incendios de cualquier entidad pública, fuentes e higiene para toda una población.

- Uso agrícola:

La agricultura es obviamente el sector que consume más agua, representando globalmente alrededor del 69% de toda la extracción. El riego consume la mayor parte del agua que se extrae (frecuentemente la mitad o más) como resultado de la evaporación, incorporación a los tejidos de las plantas y transpiración de los cultivos.

La otra mitad recarga el agua subterránea, fluye superficialmente o se pierde como evaporación no productiva.

- Uso recreativo:

Deportes acuáticos, peceras, duchas y balnearios, etc.

### 1.3.3. Escasez de agua

Los recursos hídricos se encuentran en peligro, los más importantes y estratégicos están sometidos a un alto grado de vulnerabilidad, por negligencia, falta de conciencia y desconocimiento de la población acerca de la obligación de protegerlos y la carencia de autoridades, profesionales y técnicos, a los que les corresponde cuidarlos y utilizarlos (Reynolds 2002).

Cerca de una tercera parte de la población del planeta vive en países que sufren una escasez de agua alta o moderada. Unos 80 países, que representan el 40% de la población mundial, sufrían una grave escasez de agua a mediados del decenio de los noventa, y se calcula que en menos de 25 años las dos terceras partes de la población mundial estarán viviendo en países con escasez de agua.

Se prevé que para el año 2020, el aprovechamiento de agua aumentará en un 40%, y que aumentará un 17% adicional para la producción alimentaria, a fin de satisfacer las necesidades de una población en crecimiento (CEPAL 2002).

### 1.3.4. Calidad del agua

La calidad del agua se define en función de un conjunto de características variables fisicoquímica del agua o microbiológicas, así como de sus valores de aceptación o de rechazo. La calidad físico-química del agua se demuestra en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud (OMS, 2006).

La calidad microbiología se basa en la determinación de aquellos microorganismos que pueden afectar directamente al ser humano o que, por su presencia puedan señalar la posible existencia de otros, tal y como sucede con los coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella*.

Aquellas aguas que cumplan con los estándares preestablecidos para el conjunto de parámetros indicadores considerados serán aptas para el consumo humano, la cual es utilizada para la ingesta,

preparación de alimentos, higiene personal, lavado de utensilios y otros menesteres domésticos (OPS, 2003).

La contaminación causada por efluentes domésticos e industriales, la deforestación y las malas prácticas de uso de la tierra, están reduciendo notablemente la disponibilidad de agua. En la actualidad, una cuarta parte de la población mundial, que principalmente habita en los países en desarrollo, sufre escasez severa de agua limpia, lo que provoca que haya más de diez millones de muertes al año producto de enfermedades relacionadas a la contaminación hídrica (OPS 1999).

Muchas de las actividades humanas contribuyen a la degradación del agua, afectando su calidad y cantidad. Entre las causas de mayor impacto a la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de mayor importancia, está el aumento y concentración de la población, actividades productivas no adecuadas, presión sobre el uso inadecuado, mal uso de la tierra, la contaminación del recurso hídrico con aguas servidas domésticas sin tratar, por la carencia de sistemas adecuados de saneamiento, principalmente en las zonas rurales. De igual manera, la contaminación por excretas humanas representa un serio riesgo a la salud pública (OMS 1999).

Es de vital importancia, tanto para la salud humana como para el bienestar de la sociedad, contar con un abastecimiento seguro y conveniente, de satisfacción para el consumo humano, y la higiene personal debe ceñirse a normas adecuadas en cuanto a disponibilidad, cantidad, calidad y confiabilidad del abastecimiento. Dado que el agua es un líquido vital para los seres vivos, debe poseer un alto grado de potabilidad que puede resumirse en:

- Condiciones físicas: que sea clara, transparente, inodora e insípida.
- Condiciones químicas: que disuelva bien el jabón sin formar grumos, que cueza bien las legumbres.

- Condiciones biológicas: que esté libre de organismos patógenos, con alto contenido de oxígeno y una temperatura que no debe sobrepasar más de 5 °C a la del ambiente, pH no menor de seis ni mayor de ocho.

### 1.3.5. Factores que influyen en la cantidad y calidad del agua

#### 1.3.5.1. Uso de la tierra y su relación con la calidad del agua

Los cambios en el uso de la tierra sobre la calidad del agua han sido ampliamente comprobados. Éstos provocan alteraciones en los regímenes hídricos, cambios dramáticos de la calidad y cantidad del agua, especialmente al uso potable. Las prácticas de manejo en el uso de la tierra tienen una influencia muy fuerte en la calidad y cantidad del agua (Mitchell et al.1991).

Se dice que el 80% del deterioro de la calidad del agua, se debe a sedimentos suspendidos, en su mayoría provenientes de la erosión de suelos como producto de presencia de urbanizaciones, deforestación, actividades agrícolas y ganaderas, siendo este tipo de actividades las que mayor impacto causa en la calidad del agua (Sinhg 1989).

El uso de la tierra tiene efectos sobre los procesos hidrológicos y de sedimentación, y está relacionada con la escorrentía, inundaciones, recarga de agua subterránea, erosión y carga de sedimentos. El tamaño de los granos del suelo, su ordenamiento y su contenido de materia orgánica son factores íntimamente ligados a la capacidad de infiltración y de retención de humedad, por lo que el tipo de suelo predominante en la cuenca, así como su uso, influye de manera notable en la magnitud y distribución de los escurrimientos.

Los impactos de las prácticas del uso de la tierra se pueden agrupar en dos categorías: impactos sobre los

valores de uso y valores de no uso. Los valores de uso pueden ser consuntivos, por ejemplo, el riego y el uso doméstico, y no consuntivos, como el transporte.

Las masas de agua y las zonas de ribera pueden tener también valores de usos no significativos, por ejemplo como almacén de biodiversidad.

La incertidumbre existente en las relaciones entre las actividades del uso de la tierra en la cuenca alta y los impactos sobre los usuarios de los recursos de la cuenca baja, crea a su vez una incertidumbre en los valores económicos.

#### 1.3.5.2. La actividad ganadera y su relación con la calidad del agua

La ganadería es una de las prácticas de uso de la tierra más comunes, con impactos sobre la calidad del recurso hídrico. Cuando se da un sobrepastoreo, es un efecto muy negativo desde el punto de vista bacteriológico y químico (Brooks et al. 1991).

Generalmente este efecto se observa en lugares de alta precipitación, fuertes pendientes, cercanos a fuentes de agua. Los contaminantes provenientes de estas áreas son arrastradas con facilidad y rapidez hacia los cuerpos de agua. El impacto más significativo se da en el caso de que estas fuentes hídricas estén desprovistas de cobertura vegetal que les de protección, o la ausencia de una zona de amortiguamiento, ya que estas corrientes arrastran microorganismos patógenos, nutrientes y sólidos suspensos (Brooks et al. 1991).

Los incrementos de bacterias en el agua se evidencian cuando el ganado pasta en áreas muy cercanas a las fuentes de agua. En un estudio realizado, la cantidad de bacterias en el suelo fue en función del tipo y del número de ganado, y la forma en que los desechos fueron tratados o almacenados (Brooks et al. 1991). Asimismo, la

contaminación de las aguas superficiales por nutrientes provenientes de áreas de pastoreo afecta la calidad del agua (Wagner 1996).

Es por ello que un efecto sobre la calidad del agua se da por la intensidad del sobrepastoreo, ya que afecta la densidad del suelo, con el incremento del pisoteo, de tal forma que al ocurrir una lluvia o riego, la capacidad de almacenamiento del suelo es superada fácilmente, e inevitablemente ocurrirá arrastre de nutrientes por efecto de la escorrentía y lixiviación a las fuentes de agua. Se ha estimado que en áreas de ganadería con 1% de pendiente basta con 8 toneladas de peso seco por hectárea de estiércol para que las aguas superficiales sean enriquecidas por nitrógeno y fósforo (Vidal et al. 2000).

Los factores que controlan y disminuyen los efectos de la contaminación por el estiércol están íntimamente relacionados a la capacidad de absorción de los cultivos al nitrato y la capacidad de absorción del amonio por parte del suelo. Siendo afectada esta última por la compactación del suelo, lo que provoca una baja liberación de amonio en el suelo y seguido por el transporte a las fuentes de agua mediante la escorrentía (Vidal et al. 2000).

#### 1.3.5.3. La agricultura y su influencia en la calidad del agua

La agricultura constituye una de las actividades más practicadas en el mundo, particularmente en áreas rurales. Su impacto sobre la calidad del agua es de mucha importancia. Aproximadamente el 70% de los recursos hídricos del mundo son usados por la agricultura, lo cual significa el principal factor de la degradación de éstos, como consecuencia de la erosión y de la escorrentía química (FAO 1993).

Según Ongley (1997), la agricultura es el mayor usuario del agua dulce a escala mundial y el principal factor de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, debido a la erosión y la escorrentía con productos proveniente de agroquímicos.

Esto justifica la preocupación existente por sus repercusiones en la calidad del agua a escala mundial.

La agricultura tiene un fuerte impacto sobre el ambiente, especialmente sobre las condiciones de las aguas superficiales y subterráneas, es considerada como una fuente importante de contaminación en las aguas dulces de América Latina. Las principales fuentes agrícolas contaminantes la constituyen los fertilizantes, pesticidas y la ausencia del manejo de desechos sólidos. La agricultura no es solamente el mayor consumidor de los recursos hídricos, sino que debido a las ineficiencias en su distribución y aplicación sus efluentes que retornan a los recursos de aguas superficiales o subterráneas contienen grandes cantidades de sales, nutrientes, productos agroquímicos que también contribuyen al deterioro de su calidad (FAO 1993).

La expansión agrícola y la deforestación en países tropicales son causas de degradación del agua. Se ha demostrado que plaguicidas asociados con sedimentos son una fuente muy común en países del trópico. En la actualidad, los organismos dedicados a determinar la calidad de agua realizan muestreos más diversos, incluyendo agua, sedimento y biota, con la finalidad de determinar con mayor precisión los plaguicidas que se encuentran en el medio acuático (IICA 1997).

En la mayor parte de los países latinoamericanos, uno de los problemas más fuerte es la contaminación derivada de

las fuentes no puntuales, como es el caso de la agricultura, dada por el uso de fertilizantes, plaguicidas, insecticidas y residuos que son arrastrados por las lluvias a las fuentes de agua (Wagner et al. 2000).

La contaminación de aguas superficiales está íntimamente relacionada con el proceso de pérdida de suelos, por el arrastre de sedimentos debido a la agricultura. Ésta posee dos dimensiones principales: la dimensión física, consistente en la pérdida de la capa arable del suelo, y la degradación de la tierra como consecuencia de la erosión laminar y cárcavas que provocan los altos niveles de turbidez.

El nitrato es típicamente lixiviado desde los campos cultivados y se mueve a poca profundidad, subterráneamente, hacia las fuentes superficiales; esta lixiviación se reduce hasta en un 15% cuando se dan prácticas de manejo de conservación de suelos y agua (Shilling y Libra 2000).

De igual manera al usar estiércol de ganado como abono en la agricultura, una porción significativa de amonio puede ser transportada a los cuerpos de agua por escorrentías de los campos agrícolas (Chambers et al. 2002).

También se han encontrado altos niveles de nitrato en aguas debajo de las tierras de cultivo; el uso excesivo de fertilizantes, así como las corrientes de agua de tormentas conteniendo nitratos de fertilizantes, parece ser la causa (OPS 1993).

#### 1.3.5.4. Actividades humanas

El uso inapropiado que el hombre ha hecho de la tierra, eliminando las masas boscosas, ha sido causa principal en relación con el caudal de los ríos. Es decir, se refleja en la



más rápida evacuación del agua y en la calidad de la misma.

La recepción de aguas contaminadas se da a través de dos fenómenos: las aguas de lluvias que discurren por el suelo y el subsuelo, que luego de su contacto con ella arrastran sub productos de las actividades humanas que cambian su calidad natural, y las aguas que luego de ser usada y transformada su calidad físico - química, son reintegradas a los cuerpos de aguas naturales. El receptor de todas las aguas que discurren por el territorio de la cuenca es el océano.

De igual forma, los acuíferos que son otras fuentes de abastecimiento de agua pueden ser contaminadas por las actividades del ser humano (Mendoza 1989). El deterioro de la calidad causado por la contaminación influye sobre el uso de las aguas curso abajo, amenaza la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos, induciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia por agua de calidad (GWP 1996).

#### 1.3.6. Contaminación de aguas subterráneas

Los acuíferos se contaminan desde la superficie. El agua que se infiltra lixivia los contaminantes que haya sobre el suelo llevándolos hasta la capa de agua subterránea. La contaminación puede ser localizada o difusa. En el primer caso se produce principalmente por el lavado de todas aquellas fuentes de contaminantes mal impermeabilizadas como pueden ser: vertederos de residuos urbanos o industriales, fosas sépticas, depósitos de hidrocarburos subterráneos, materiales producidos durante las labores mineras (enriquecimiento mineral, escombreras de estériles, etc.), sales utilizadas para el deshielo de carreteras, etc.

La contaminación difusa o dispersa procede del uso indiscriminado de productos agrícolas tales como fertilizantes químicos (nitratos,

fosfatos, etc.), productos fitosanitarios (plaguicidas, pesticidas, insecticidas, etc.) purines y otros abonos orgánicos, enmiendas de suelos). Todos aquellos compuestos que no son absorbidos por las plantas u otros seres vivos o quede fijado/adsorbido por las partículas sólidas del suelo pasarán a formar parte del agua subterránea.

La mayor o menor probabilidad de que los contaminantes puedan llegar a incorporarse al ciclo del agua dependerá de su solubilidad y de las características físico-químicas del suelo tales como capacidad de intercambio iónico, pH, predox, temperatura del agua, etc.

El subsuelo tiene un cierto poder de depuración del agua tanto microbiológica (en la zona de aireación) como química (hidrólisis, oxidación, reducción) pero sólo si el agua fluye despacio. Por ello dependiendo de la permeabilidad del acuífero (máxima en acuíferos cársticos) los contaminantes se dispersarán más o menos o podrán ser en cierta medida eliminados. En ocasiones los contaminantes se transforman en otros compuestos más tóxicos aún que aquellos de los que proceden.

### 1.3.7. Parámetros evaluados para la caracterización de la calidad del agua para consumo humano

#### 1.3.7.1. Aspectos Generales

El agua que se analizará o investigará deberá de ser clasificada, si es necesario se somete a un tratamiento especial donde deberá de aplicársele antes de distribuirse. Este tipo de tratamiento puede ser para determinar según los resultados de las pruebas fisicoquímicas y bacteriológicas si es apta para el consumo humano. Regularmente las investigaciones sanitarias revelan si el agua se produce en las condiciones estipuladas y si varían,

dependiendo del lugar donde se encuentre instalado el sistema de dosificación.

Las cuales son:

- Inspección de las operaciones de la planta purificadora, dosificadores y la construcción del pozo.
- Inspección de la fuente sin tratar y las condiciones que influyen en su calidad.
- Inspección del mecanismo para la distribución del líquido a los consumidores.

La potabilidad del agua solo puede determinar por medio de las pruebas físicas, químicas y bacteriológicas de la misma.

El termino calidad de agua está vinculado con aquellas características físicas, químicas y biológicas, por medio de las cuales pueden determinarse si el agua es adecuada para el uso o consumo por el hombre, por muy bajo que sea el grado de claridad o turbiedad, de dureza o suavidad; ningún agua que haya sido contaminada por aguas residuales o materias fecales podrá considerarse como de buena calidad.

El agua libre de microorganismos patógenos y sustancias químicas perjudiciales para la salud se denomina potable y la contaminada como aquellas aguas negras, aguas residuales, aguas con desperdicios industriales se le denominan aguas contaminadas o aguas no potables, no obstante sus demás cualidades. Un agua caliente y corrosiva será de escasa utilidad para emplearse en la condensación de vapor. Un agua turbia es inaceptable para la fabricación de papel y el agua excesivamente dura no puede usarse en lavandería industriales por ejemplo.

#### 1.3.7.2. Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos

Los análisis físicos y químicos determinan si el agua está contaminada y proporcionan también otras informaciones útiles, sin embargo esta información no es suficiente para detectar aquellos pequeños grados de contaminación con aguas residuales o agua negras. Sin embargo, las pruebas bacteriológicas se han diseñado de manera que sean muy sensibles y específicas para revelar cualquier contaminación.

##### A. ANALISIS FISICOS

Este tipo de análisis se relaciona con la medición y registro de aquellas propiedades organolépticas que pueden ser observadas por los sentidos; para lo que se hace uso de ciertos parámetros que permiten tener un juicio acertado de la calidad del agua. Estas características son las que más impresionan al consumidor, sin embargo, tienen menor importancia desde el punto de vista sanitario.

- Color

El color en el agua es generalmente ocasionado por la extracción de la materia colorante derivado de hojas, semillas y otras sustancias similares en forma de humos desde los bosques o de la materia vegetal de los pantanos y áreas de poca profundidad y algunas veces es causado por la presencia de coloidales del hierro o magnesio combinado con materia orgánica y descargas de desechos industriales. El color verdadero del agua se debe a la presencia de materiales en solución, pero puede cambiar a un color aparente por el efecto de partículas que están en suspensión. Principalmente el color se encuentra en las aguas superficiales o en

algunos pozos poco profundo y manantiales; las aguas de pozos profundos son incoloras. Lo contrario con las agua demasiado coloreadas que son de mayor uso a nivel industrial en algunos procesos y muy frecuentemente no son aptas para una medida de la eficiencia del proceso de la planta o alimentación en calderas.

- Temperatura

Termodinámicamente se considera como una medida de la energía térmica del movimiento desordenado de las moléculas en una sustancia en equilibrio térmico. La temperatura afecta directamente al consumidor, pero no es de gran importancia.

La temperatura tiene también efectos secundarios, mediante su influencia sobre la solubilidad del aire (oxígeno), que es la sustancia oxidante que influye más comúnmente en la corrosión en cualquier dispositivo de equipo industrial. A nivel industrial el índice de corrosión tiende a aumentar conforme esta se eleva. Al igual que el pH del agua también se ve afectado cuando esta aumenta, lo que implica una aceleración de la disposición de hidrógenos atómicos sobre las áreas catódicas.

- Turbidez

Es la medida de la opacidad del agua comparada con ciertos estándares establecidos o se debe a la dispersión de interferencias de los rayos luminosos que pasan a través de la misma como resultado de la presencia de materia orgánica e inorgánica finamente dividida.

La medida de la turbiedad es importante, ya que permite evaluar la eficiencia de los procesos de coagulación y filtración que realizan las plantas de tratamiento de agua. Cualquier impureza soluble finamente dividida en forma coloidal, cualquiera que sea su naturaleza, suspendida en el agua y que disminuya su claridad.

- PH

Este significa potencial de hidrogeno y se define arbitrariamente y por comodidad como el logaritmo de base diez del inverso de la concentración del ion hidrogeno ( $H^+$ ) y se emplea para expresar el comportamiento del ion hidrogeno. La mayoría de las aguas naturales tiene un valor de pH 5,5 – 8,6 grados, en una escala de 14 grados, para la cual un pH de 7 en el agua refleja neutralidad. Y para un pH de 7 para arriba representa alcalinidad y lo contrario indica acidez. La alteración excesiva fuera de estos límites puede indicar contaminación del abastecimiento de agua por algún desecho de tipo industrial. Los límites máximos permisibles aceptables son 6,5 – 8,5 grados y límites máximos permisibles son 6,5 – 9,2 grados.

- Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica, se define como la capacidad que tienen las sales inorgánicas en solución (electrolitos) para conducir la corriente eléctrica. El agua pura, prácticamente no conduce la corriente, sin embargo el agua con sales disueltas conduce la corriente eléctrica. Los iones cargados positiva y negativamente son los que conducen la corriente, y la cantidad conducida dependerá del

número de iones presentes y de su movilidad. En la mayoría de las soluciones acuosas, entre mayor sea la cantidad de sales disueltas, mayor será la conductividad, este efecto continúa hasta que la solución está tan llena de iones que se restringe la libertad de movimiento y la conductividad puede disminuir en lugar de aumentar, dándose casos de dos diferentes concentraciones con la misma conductividad. Todos los valores de conductividad están referidos a una temperatura de referencia de 25 °C.

- Sólidos totales disueltos (STD)

Los TDS (total dissolved solids) son la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Esto incluye cualquier elemento presente en el agua que no sea ( $H_2O$ ) molécula de agua pura y sólidos en suspensión.

En general, la concentración de sólidos disueltos totales es la suma de los cationes (carga positiva) y aniones (cargado negativamente) iones en el agua. Las fuentes primarias de TDS en aguas receptoras son la escorrentía agrícola y residencial, la lixiviación de la contaminación del suelo y fuente de punto de descarga la contaminación del agua de las plantas de tratamiento industriales o de aguas residuales. Los componentes químicos más comunes son el calcio, fosfatos, nitratos, sodio, potasio y cloruro, que se encuentran en el escurrimiento de nutrientes.

La TDS y la conductividad eléctrica están estrechamente relacionadas. Cuanto mayor sea la cantidad de sales disueltas en el agua, mayor será el valor de la conductividad eléctrica. La mayoría de los

sólidos que permanecen en el agua tras una filtración de arena, son iones disueltos. El cloruro de sodio por ejemplo se encuentra en el agua como  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ . El agua de alta pureza que en el caso ideal contiene solo  $\text{H}_2\text{O}$  sin sales o minerales tiene una conductividad eléctrica muy baja. La temperatura del agua afecta a la conductividad eléctrica de forma que su valor aumenta de un 2 a un 3% por grado Celsius.

## B. ANÁLISIS QUÍMICOS

Mediante este análisis es posible determinar las cantidades de materia mineral y orgánica presentes en el agua y que pueden afectar su calidad. El análisis químico desde el punto de vista de la potabilidad del agua se hace por dos razones. Para determinar si la concentración de los constituyentes químicos está conforme a las normas y para determinar la presencia de productos del nitrógeno y relacionarlo con la contaminación de materia orgánica, amoníaco, nitritos (que indican oxidación bacteriana de la materia orgánica) y nitratos que indica que la materia orgánica ha sido mineralizada.

- Cloruro

El cloro se utiliza muy ampliamente en aguas y drenajes, como agente oxidante y como desinfectante. Como agente oxidante se le emplea para el control de sabor olor y para la eliminación de color en el tratamiento de aguas municipales (oxidación de compuestos orgánicos); se utiliza para la oxidación de  $\text{Fe (II)}$  y  $\text{Mn (II)}$  en los suministros de aguas freáticas; en el tratamiento de aguas industriales se emplea para la oxidación de cianuros en drenajes domésticos. Su uso incluye el control de



olor, oxidación de sulfuros, eliminación de amoníaco y la desinfección. Como desinfectante se aplica en el tratamiento de aguas potables municipales y para la desinfección en aguas residuales. El cloro también se emplea para el control de lamas o incrustaciones biológicas, en aplicaciones de tratamiento de aguas industriales como son torres de enfriamiento y condensadores. El cloro también puede considerarse que interviene en la desinfección selectiva o exterminación selectiva, y se utiliza para el control de microorganismos filamentosos (voluminosos) en el tratamiento de aguas residuales con lodos activados. El cloro también tiene gran aplicación como desinfectante en piscinas.

La determinación de este parámetro es importante cuando se tiene un conocimiento en el agua de un abastecimiento, ya que cuando el agua aparece contaminada estos tienden a estar en exceso. Este puede ser indicio de contaminación por excretas humanas o, particularmente, por la orina, que contiene cloruros en proporción aproximada a la consumida en la alimentación.

- Cloro residual

Si se fuese a adicionar a una agua una cantidad conocida de cualquiera de las formas del cloro y después de cierto intervalo de tiempo (tiempo de contacto) se analizara el agua para determinar al cloro (el cloro residual), se encontraría menos cloro presente que el que se adicionó. Se dice que el agua tiene una demanda de cloro después de cierto tiempo de contacto. El cloro no es sólo un poderoso desinfectante, sino que también satisface otras

necesidades en las plantas potabilizadoras de agua. Puede reaccionar como amoníaco, hierro, manganés, sustancias proteicas, sulfuros y algunas sustancias productoras de sabores y olores mejorando las características del agua potabilizada.

Cuando se realiza el proceso de desinfección por medio de cloro es posible obtener en el agua dos formas por medio de las cuales se manifiesta el residual de cloro disponible o activo en el agua. Estas formas son:

**Cloro residual libre disponible:**

Este tipo de residual se obtiene cuando el agua se clora íntegramente; es decir cuando la aplicación del cloro al agua es para producir directamente o mediante la destrucción del amoníaco presente en el agua, un residual de cloro libre.

**Cloruro residual combinado disponible:**

Este residual se obtiene cuando el cloro se aplica al agua con la finalidad de producir conjuntamente con el amoníaco ya presente en el agua o agregado, un residual activo combinado. Este también es regularmente más efectivo y más rápido en su acción bactericida que el cloro residual combinado disponible. Esto se debe a que el cloro residual combinado se encuentra presente en las formas de monoclóramina ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ), dicloróramina ( $\text{NHCl}_2$ ) y tricloróramina ( $\text{NCl}_3$ ) que actúan como agentes oxidantes menos activos y más lentos en su acción.

- Sulfatos

Estos se encuentran en el agua natural en un amplio rango de concentraciones. Las aguas provenientes de minas o efluentes industriales frecuentemente contienen altas concentraciones de sulfato debido a la oxidación de la pirita y el uso del ácido sulfúrico. La presencia en exceso de sulfatos en el agua de suministro público obra como purgante, es decir, tiene efectos laxantes. Se tienen efectos corrosivos en los materiales que regularmente se usan en la fabricación de tuberías y piezas de equipo.

- Dureza

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 caracterizada comúnmente por el contenido de calcio y magnesio y expresada como carbonato de calcio equivalente.

El agua denominada comúnmente como “dura” tiene una elevada concentración de dichas sales y el agua “blanda” las contiene en muy poca cantidad.

Un efecto muy visible en aguas de distinta dureza (un agua “dura” y un agua “blanda”) es su diferente comportamiento ante la adición de jabón. En presencia de la misma cantidad de jabón, la aparición de espuma es mucho menor si se trata del agua “dura”, ya que el calcio y el magnesio reaccionan con los compuestos que forman el jabón y dejan de ser efectivos, con la consiguiente necesidad de añadir más cantidad de jabón si nos encontramos en este extremo.

**Tabla N° 02:** Tipos de agua según su dureza

Denominación	ppm de $\text{CaCO}_3$
Blanda	0 – 17
Levemente dura	17 -60
Moderadamente dura	60-120
Duras	120 – 180
Muy duras	Mayor a 180

**Fuente:** Anónimo, 2014

- Nitratos

Generalmente es baja su concentración en el agua subterránea. Es de la comida, más que del agua, de donde los adultos obtienen la mayor parte de nitrato. El agua que se bebe contribuye solamente con una muy baja cantidad del total de nitrato que el organismo recibe.

Aunque son bajos los niveles de nitrato que naturalmente ocurren en el agua, algunas veces se encuentran niveles altos que son muy peligrosos para infantes, que es una norma nacional obligatoria de 50 mg/L para los abastecimientos públicos como límite máximo permisible.

Este análisis del nitrógeno en las formas de albuminoideo, amoniaco, nitritos y nitratos, se ha efectuado en aguas potables y polucionadas desde que se tiene conocimiento que el agua era un vehículo para la transmisión de enfermedades. La

determinación del nitrógeno en sus diversas formas sirvió de base para juzgar la calidad del agua durante mucho tiempo. Es importante controlar su concentración dentro del agua ya que cuando está afuera de los límites existe la posibilidad de reducirse a nitrito.

- Alcalinidad

La alcalinidad significa la capacidad tampón del agua; la capacidad del agua de neutralizar. Evitar que los niveles de pH del agua lleguen a ser demasiado básico o ácido. Es también añadir carbón al agua. La alcalinidad estabiliza el agua en los niveles del pH alrededor de 7. Sin embargo, cuando la acidez es alta en el agua la alcalinidad disminuye, puede causar condiciones dañinas para la vida acuática. En química del agua la alcalinidad se expresa en ppm o en mg/L de carbonato equivalente del calcio. La alcalinidad total del agua es la suma de las dos clases de alcalinidad; alcalinidad del carbonato, del bicarbonato y del hidróxido.

La determinación de la alcalinidad no tiene importancia directa desde el punto de vista sanitario, pero es importante considerarla cuando se relaciona a los procesos de coagulación y corrección del poder corrosivo del agua. Aguas con alta alcalinidad son usualmente de mal sabor, por lo que son rechazadas para el consumo humano.

**Tabla N° 03:** Rangos de alcalinidad

<b>RANGO</b>	<b>ALCALINIDAD (mg/L CaCO<sub>3</sub>)</b>
Baja	< 75
Media	75 – 150
Alta	> 150

**Fuente:** Kevern, 1989

- Metales

Los organismos vivos requieren para su adecuado crecimiento elementos como el hierro, cromo, cobre, cobalto, etc. en cantidades diferentes (cantidades micro y macro). Aunque las cantidades micro y macro de metales son esenciales para un normal desarrollo de la vida biológica, estos elementos pueden llegar a ser tóxicos cuando se presenta en cantidades elevadas.

**C. ANALISIS BACTERIOLOGICO**

El agua debe estar exenta de gérmenes patógenos de origen entérico y parasitario intestinal, que son los que pueden transmitir enfermedades. Las enfermedades infecciosas causadas por bacterias, virus o protozoarios patógenos son el riesgo para la salud común y difundida que lleva consigo el agua bebida. El agua tratada o sin tratar que circula por un sistema de distribución no debe contener ningún microorganismo que pueda ser de origen fecal.

- Examen microbiológicos

El agua que circula por un sistema de distribución debe de ser previamente tratada para que no contenga ningún microorganismo que pueda ser de origen fecal. Las enfermedades infecciosas causadas por bacterias, virus o protozoarios patógenos o por parásitos son el riesgo para la salud más común y difundida que lleve consigo el agua que usualmente bebemos.

El objetivo primordial de los exámenes que se suelen practicar al agua es determinar si contiene organismos patógenos; pero existen ciertas razones por las cuales son detectados. Lo más probable es que los gérmenes patógenos lleguen al agua esporádicamente y no sobrevive en ella durante largo tiempo; por ende, pueden no encontrarse en la muestra enviada al laboratorio. Si existen en muy pequeño número es fácil que escapen a las técnicas de investigación.

Los principales microorganismos indicadores de contaminación fecal son: *Escherichia Coli*, las bacterias termorresistentes y otras bacterias coliformes, los estreptococos fecales y las esporas de *clostridia* reductoras de sulfito.

La presencia de *Escherichia Coli* debe considerarse como indicio seguro de contaminación fecal reciente y, por tanto, peligrosa que exige la aplicación de medidas urgentes.

### 1.3.8. Marco Legal

#### 1.3.8.1. Ley General de Salud (N° 26842)

- Artículo 107: Establece que el abastecimiento del agua para consumo humano queda sujeto a las disposiciones que dicte la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento.
- Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo: DS N° 031 – 2010 – SA / Ministerio de Salud
  - Art. 6: Lineamiento de Gestión
    - 6.4.- Calidad de servicio mediante la adopción de métodos y procesos adecuados de tratamiento, distribución y almacenamiento del agua para consumo humano, a fin de garantizar la inocuidad del producto
  - Art. 19: Control de Calidad
 

El control de calidad del agua para consumo humano es ejercido por el proveedor en el sistema de abastecimiento de agua potable. En este sentido, el proveedor a través de sus procedimientos garantiza el cumplimiento de las disposiciones y requisitos sanitarios del presente reglamento, y a través de prácticas de autocontrol, identifica fallas y adopta las medidas correctivas necesarias para asegurar la inocuidad del agua que provee.
  - Art. 66: Parámetros de control obligatorio
 

Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes:

    1. Coliformes totales;



2. Coliformes termotolerantes;
3. Color;
4. Turbiedad;
5. Residual de desinfectante; y
6. pH.

- Art. 68: Control de parámetro químicos

Cuando se detecte la presencia de uno o más parámetros químicos que supere el límite máximo permisible, en una muestra tomada en la salida de la planta de tratamiento, fuentes subterráneas, reservorios o en la red de distribución, el proveedor efectuará un nuevo muestreo y de corroborarse el resultado del primer muestreo investigará las causas para adoptar las medidas correctivas, e inmediatamente comunicará a la Autoridad de Salud de la jurisdicción, bajo responsabilidad, a fin de establecer medidas sanitarias para proteger la salud de los consumidores y otras que se requieran en coordinación con otras instituciones del sector.

# ***CAPÍTULO II***

## ***Materiales y Métodos***

## **2.1. AREA DE EJECUCION**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Físico – Química de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y en los laboratorios de control de calidad de la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque (EPSEL S.A.) de la provincia de Chiclayo.

La fase experimental tuvo una duración efectiva de 04 semanas, entre los meses de Junio y Julio del 2015.

## **2.2. POBLACION Y MUESTRA DE ESTUDIO**

### **2.2.1. Población**

Agua de consumo de 8 viviendas, tanque de almacenamiento y pozo subterráneo de la localidad de Las Juntas de Pacora – Lambayeque

### **2.2.2. Muestra**

Muestras de agua (1 L/ muestra)

## **2.3. MATERIALES Y EQUIPOS**

- Termómetro de mercurio -10 a 110 °C
- Cooler
- Conductímetro digital CT – 600
- Turbidímetro digital HI – 93703 marca HANNA instruments
- Equipo de titulación
- Gel refrigerante
- Botella de vidrio de 500 mL
- Bureta de 25 y 50 mL
- Probeta de 50 mL
- Matraz Erlenmeyer de 250 mL
- pHmetro HI 991300 marca HANNA instruments
- Tubos de ensayo de 25 mL

- Pipetas de 2, 5 y 10 mL
- Papel medidor de pH
- Agua destilada
- Murexida
- Buffer pH 10  $\pm$  0,01
- Fenolftaleína 1%
- Anaranjado de Metilo 0,1%
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,02 N
- Solución amortiguadora pH 10
- Negro de eriocromo T (indicador)
- EDTA 0,01 N
- Cromato de potasio K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> al 5%
- Solución de nitrato de plata AgNO<sub>3</sub> al 0,01N
- Solución de hidróxido de sodio NaOH al 20%

## **2.4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL**

### **2.4.1. Selección de área de muestreo**

Se estudiaron 10 puntos de la localidad de Las Juntas – Pacora, las cuales incluyen: el pozo subterráneo, tanque de almacenamiento y 8 viviendas. De esta forma se recolectarán muestras representativas para resultados útiles.

### **2.4.2. Periodicidad de muestreo**

Para cada sitio de muestreo se recolectaran dos muestras para análisis fisicoquímico y bacteriológico respectivamente. Este procedimiento se repetirá cuatro veces para cada punto, haciendo un total de cuatro semanas.

### **2.4.3. Recolección de muestras**

#### **2.4.3.1. Físico – químicas**

Se recolectan muestras en botellas incoloras de cloruro de polivinilo (PVC) de 1,0 L de capacidad, previamente

esterilizados y equipada con una tapa con excelente condición de cierre. Antes de tomar la muestra se enjuaga el envase dos o tres veces con la misma agua que se va a analizar, a fin de “curarla”, es decir, eliminar cualquier sustancia que no corresponda con la verdadera composición del agua bajo estudio; luego se llena a su capacidad y se tapa herméticamente, previamente identificado, procediendo a anotar los datos del lugar, hora y temperatura. Luego, se trasladara en refrigeración al laboratorio de Físico - Química de la facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, para determinar los parámetros físicos y químicos.

#### 2.4.3.2. Examen Bacteriológico

Se recolectan las muestras en envase de 1,0 L de capacidad con tapón esmerilado, que se será esterilizado previamente en un horno a una temperatura aproximada de 160° Celsius, durante media hora y se cubre con una capucha como protección elaborada con papel kraft. En los lugares donde se muestreará se practicará la técnica de flamenco con mechero de alcohol para evitar una contaminación ajena a la muestra de agua y así evitar muestras no representativas.

#### 2.4.4. Métodos y análisis que se deberán de realizar

##### 2.4.4.1. Análisis Físico

- El análisis de color en las muestras se realizó en los laboratorios de control de calidad de EPSEL S.A de la ciudad de Chiclayo.
- Para determinar la temperatura se realizó mediante un termómetro centígrado de mercurio

- Para determinar la turbidez se realizó mediante un turbidímetro digital.

**Procedimiento:**

- Calibrar el equipo para así determinar su correcta lectura
  - Colocar en el frasco la muestra a analizar
  - Situar el selector en posición de lectura, una vez estabilizada, la lectura indica la turbidez de la muestra.
- 
- Para determinar la conductividad eléctrica se realizó mediante un conductímetro digital.

**Procedimiento:**

- Lavar el electrodo con agua destilada y secarlo con un paño.
- Colocar el electrodo en el vaso con la muestra a analizar.
- Situar el selector en posición conductividad, una vez estabilizada la lectura indica la conductividad de la muestra.

#### 2.4.4.2. Análisis Químico

- El análisis de sulfatos, nitratos, arsénico y plomo en las muestras se realizó en los laboratorios de control de calidad de EPSEL S.A de la ciudad de Chiclayo.

- Para determinar la dureza total se realizó mediante titulación con EDTA.

**Procedimiento:**

- Colocar 50 mL de la muestra en un matraz Erlenmeyer
- Agregar 1 mL de indicador Buffer 10

- Añadir una pizca de Negro de Eriocromo T y observar la coloración rojo vino
- Titular con EDTA hasta que vire a un color azul cielo
- Anotar el gasto para luego hacer los cálculos

$$\text{Dureza Total (ppm)} = \frac{\text{volumen}_{\text{gasto de EDTA}}(\text{mL}) \times 1000 \text{ mg/L}}{\text{volumen}_{\text{muestra}}(\text{mL})}$$

- Para determinar la dureza debida al calcio y magnesio se realizó mediante titulación con EDTA.

**Procedimiento:**

- Colocar 50 mL de la muestra en un matraz Erlenmeyer
- Agregar 2 mL NaOH al 20 %
- Añadir murexida y observar la coloración fucsia, la muestra debe estar a un pH 12 aproximadamente
- Titular con EDTA 0,01 M hasta que vire a un color púrpura
- Anotar el gasto para luego hacer los cálculos

$$\text{Dureza debido al Calcio (ppm)} = \frac{\text{volumen}_{\text{gasto de EDTA}}(\text{mL}) \times 1000 \text{ mg/L}}{\text{volumen}_{\text{muestra}}(\text{mL})}$$

$$\text{Dureza debido al Magnesio (ppm)} = \text{Dureza Total} - \text{Dureza debida al Calcio}$$

- Para determinar los cloruros, se realizó por titulación con nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) usando como indicador cromato de potasio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ).

**Procedimiento:**

- Colocar 50 ml de la muestra en un matraz Erlenmeyer
- Ajustar el pH entre 7,0 a 8,3 y añadir dos gotas de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,01 N
- Agregar 1 mL del indicador  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  al 5% y observar que la muestra cambia hacia una coloración amarillenta.
- Titular con  $\text{AgNO}_3$  hasta que vire a color rojo ladrillo.
- Anotar el gasto para luego hacer los cálculos.

$$\text{Cloruros (ppm)} = \frac{\text{volumen}_{\text{gasto de AgNO}_3}(\text{mL}) \times N \times 1000 \text{ mg/L} \times 35,45}{\text{volumen}_{\text{muestra}}(\text{mL})}$$

- Para determinar la alcalinidad se realizó por titulación con una solución valorada de un ácido fuerte como el  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , indicados por medio de cambio de color utilizando indicadores ácido – base adecuados

**Procedimiento:**

- Colocar 50 ml de muestra en el matraz Erlenmeyer
- Agregar 2 gotas del indicador fenolftaleína y observar que color da. Si se mantiene incolora nos indica que no hay presencia de carbonatos y de lo contrario si la muestra vira hacia un color rosado grosella nos indica la presencia de éstos.
- Agregar 2 gotas del indicador anaranjado de metilo 0,1 % éste se tornará de color amarillo.



- Titular con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,02N hasta que vire hacia un color rosa salmón.
- Anotar el gasto para luego hacer los cálculos.

$$\text{Alcalinidad (ppm)} = \frac{\text{volumen}_{\text{gasto ácido}}(\text{mL}) \times 1000 \text{ mg/L}}{\text{volumen}_{\text{muestra}}(\text{mL})}$$

- Para determinar el valor del pH se realizó mediante un pHmetro equipado con electrodo de vidrio.

**Procedimiento:**

- Después de lavar el electrodo con agua destilada y secarlo, sumergirlo en el vaso con la muestra.
- Situar el selector pH. Una vez estabilizada, la lectura indica el pH de la muestra.
- El pH indica el carácter más ácido o más alcalino de un agua.

- Para determinar los sólidos totales disueltos se realizó mediante un conductímetro digital.

**Procedimiento:**

- Lavar el electrodo con agua destilada y secarlo con un paño.
- Colocar el electrodo en el vaso con la muestra a analizar.
- Situar el selector en posición sólidos totales disueltos, una vez estabilizada la lectura indica los STD de la muestra.

# ***CAPÍTULO III***

## ***Resultados y Discusión***

Para la evaluación del agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora – Lambayeque, se tomaron en cuenta los límites máximos permisibles.

El agua subterránea representa una fracción importante de la masa de agua presente en los continentes, y se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la Tierra. El volumen del agua subterránea es mucho más importante que la masa de agua retenida en lagos o circulante, y aunque menor al de los mayores glaciares. El agua del subsuelo es un recurso importante y de éste se abastece a una tercera parte de la población mundial, pero de difícil gestión, por su sensibilidad a la contaminación y a la sobreexplotación.

Estas aguas al ser destinadas como abastecimiento de aguas potables, deben mantener unos parámetros máximos de calidad que aseguren su correcto estado, esta debería ser periódicamente analizada.

### 3.1. ANALISIS FISICO – QUIMICO DEL AGUA

#### 3.1.1. Físicos

##### 3.1.1.1. Temperatura

**Tabla N° 04:** Resultados de temperaturas en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
<b>M1</b>	20 °C	19 °C	20 °C	21 °C
<b>M2</b>	21 °C	20 °C	21 °C	21 °C
<b>M3</b>	22 °C	21 °C	21 °C	22 °C
<b>M4</b>	22 °C	21 °C	20 °C	22 °C
<b>M5</b>	23 °C	22 °C	22 °C	23 °C
<b>M6</b>	23 °C	22 °C	22 °C	24 °C
<b>M7</b>	22 °C	23 °C	23 °C	24 °C
<b>M8</b>	24 °C	24 °C	23 °C	23 °C
<b>M9</b>	24 °C	23 °C	24 °C	24 °C
<b>M10</b>	25 °C	25 °C	24 °C	24 °C

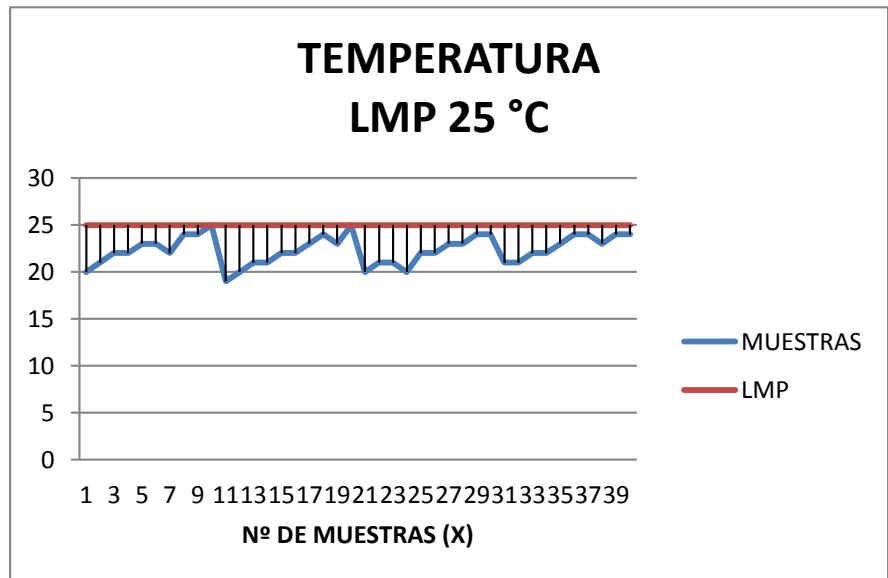
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 05:** Límite máximo permisible del parámetro temperatura

Parámetro	LMP	Resultado
Temperatura	25 °C	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 01:** Temperatura de las muestras de agua y del límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 04 y 05

**Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que la temperatura en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero. 2011.

## 3.1.1.2. Turbidez

**Tabla N° 06:** Resultados de turbidez en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
1	0,52 NTU	0,54 NTU	0,56 NTU	0,52 NTU
2	0,61 NTU	0,58 NTU	0,62 NTU	0,53 NTU
3	0,62 NTU	0,6 NTU	0,63 NTU	0,58 NTU
4	0,65 NTU	0,61 NTU	0,64 NTU	0,6 NTU
5	0,67 NTU	0,63 NTU	0,63 NTU	0,61 NTU
6	0,67 NTU	0,65 NTU	0,65 NTU	0,62 NTU
7	0,65 NTU	0,64 NTU	0,65 NTU	0,63 NTU
8	0,67 NTU	0,66 NTU	0,66 NTU	0,65 NTU
9	0,68 NTU	0,67 NTU	0,67 NTU	0,68 NTU
10	0,7 NTU	0,68 NTU	0,68 NTU	0,72 NTU

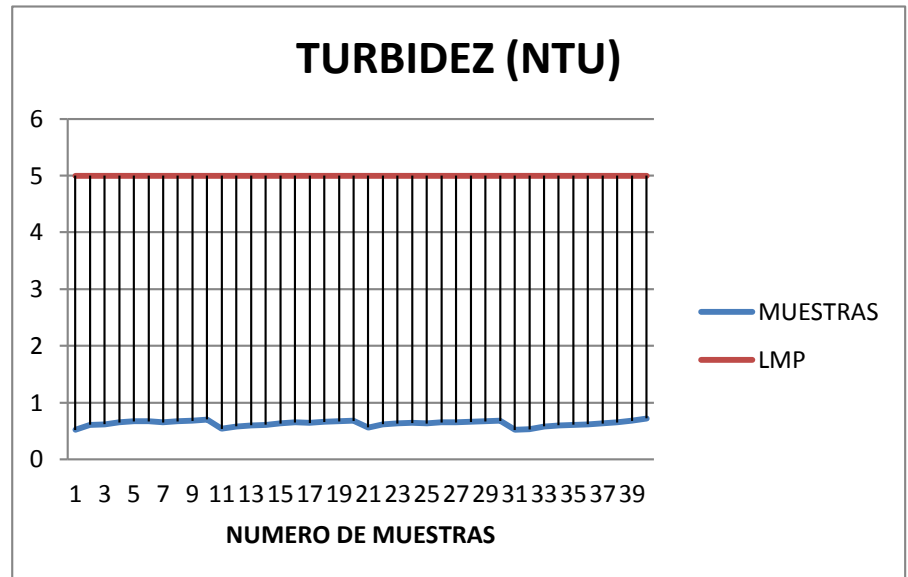
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 07:** Límite máximo permisible del parámetro turbidez

Parámetro	LMP	Resultado
Turbidez	5 NTU	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 02:** Turbidez de las muestras de agua y del límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 06 y 07

**Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que la turbidez en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## 3.1.1.3. Color

**Tabla N° 08:** Resultados del color en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
1	6 UC	6,2 UC	6 UC	6 UC
5	6,5 UC	6,5 UC	7 UC	6,5 UC
10	7 UC			7,2 UC

**Fuente:** Elaboración propia

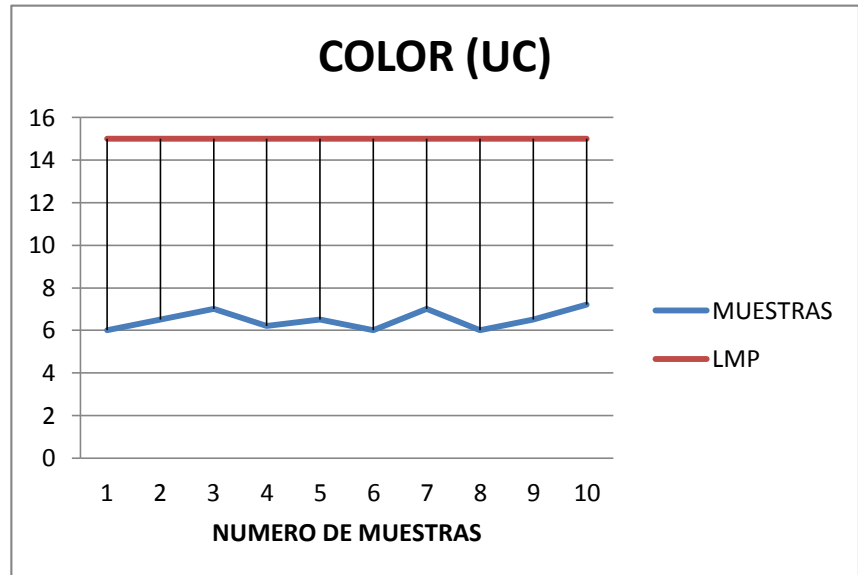
**Tabla N° 09:** Límite máximo permisible del parámetro color

Parámetro	LMP	Resultado
Color	15 UC	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia



**Gráfico N° 03:** Color de las muestras de agua y del límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 08 y 09

**Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que el color en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## 3.1.1.4. Conductividad eléctrica

**Tabla N° 10:** Resultados de la conductividad en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
1	3400 $\mu\text{s/cm}$	3452 $\mu\text{s/cm}$	3448 $\mu\text{s/cm}$	3452 $\mu\text{s/cm}$
2	3452 $\mu\text{s/cm}$	3456 $\mu\text{s/cm}$	3450 $\mu\text{s/cm}$	3458 $\mu\text{s/cm}$
3	3458 $\mu\text{s/cm}$	3458 $\mu\text{s/cm}$	3452 $\mu\text{s/cm}$	3461 $\mu\text{s/cm}$
4	3468 $\mu\text{s/cm}$	3458 $\mu\text{s/cm}$	3452 $\mu\text{s/cm}$	3465 $\mu\text{s/cm}$
5	3469 $\mu\text{s/cm}$	3460 $\mu\text{s/cm}$	3456 $\mu\text{s/cm}$	3465 $\mu\text{s/cm}$
6	3470 $\mu\text{s/cm}$	3461 $\mu\text{s/cm}$	3458 $\mu\text{s/cm}$	3468 $\mu\text{s/cm}$
7	3468 $\mu\text{s/cm}$	3463 $\mu\text{s/cm}$	3458 $\mu\text{s/cm}$	3469 $\mu\text{s/cm}$
8	3468 $\mu\text{s/cm}$	3465 $\mu\text{s/cm}$	3459 $\mu\text{s/cm}$	3468 $\mu\text{s/cm}$
9	3470 $\mu\text{s/cm}$	3468 $\mu\text{s/cm}$	3465 $\mu\text{s/cm}$	3469 $\mu\text{s/cm}$
10	3471 $\mu\text{s/cm}$	3469 $\mu\text{s/cm}$	3467 $\mu\text{s/cm}$	3475 $\mu\text{s/cm}$

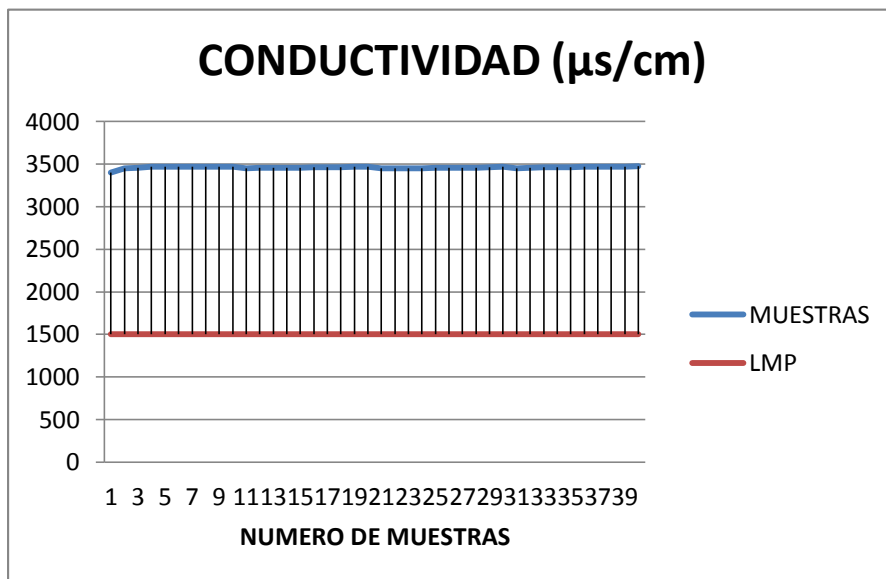
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 11:** Límite máximo permisible del parámetro conductividad

Parámetro	LMP	Resultado
Conductividad	1500 $\mu\text{s/cm}$	No cumple

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 04:** Conductividad de las muestras de agua y del límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 10 y 11

#### **Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que la conductividad en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora no está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## 3.1.2. Químicos

## 3.1.2.1. Potencial de Hidrógeno (pH)

**Tabla N° 12:** Resultados del pH en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
1	7,82	7,9	7,8	7,92
2	7,88	8	7,82	7,92
3	7,89	8,1	7,84	7,93
4	7,9	8,15	7,87	7,94
5	7,93	8,15	7,9	7,95
6	7,95	8,16	7,91	7,96
7	7,97	8,2	7,95	7,97
8	7,98	8,21	7,98	8
9	8	8,23	8	8,1
10	8,2	8,4	8,1	8,2

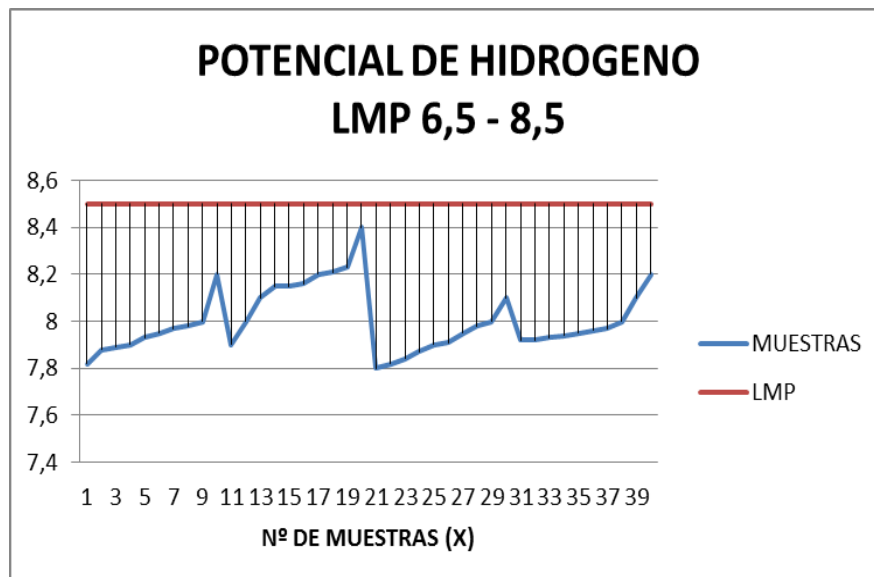
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 13:** Límite máximo permisible del parámetro pH

Parámetro	LMP	Resultado
pH	6,5 - 8,5	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 05:** Potencial de Hidrogeno de las muestras de agua y del límite máximo permisible.



**Fuente:** Tabla N° 12 y 13

**Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que el pH en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## 3.1.2.2. Alcalinidad

**Tabla N° 14:** Resultados de la alcalinidad en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
1	638	592	588	600
2	614	586	590	610
3	610	590	624	595
4	614	570	568	598
5	656	578	570	605
6	676	595	575	614
7	642	600	600	594
8	622	610	610	610
9	647	603	613	612
10	654	615	620	594

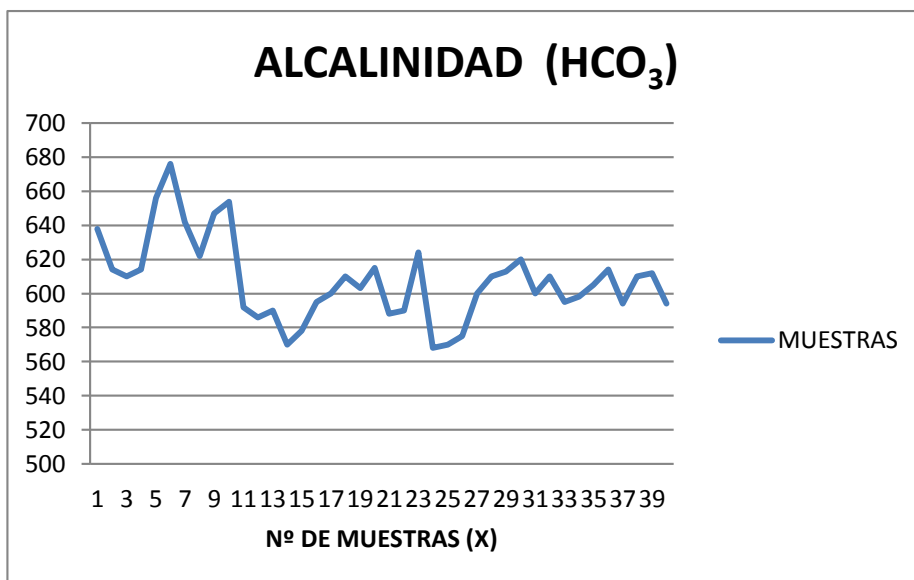
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 15:** Límite máximo permisible del parámetro alcalinidad

Parámetro	LMP	Resultado
Alcalinidad	-	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 06:** Alcalinidad de las muestras de agua y del límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 14 y 15

#### **Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que la alcalinidad en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## 3.1.2.3. Cloruros

**Tabla N° 16:** Resultados de cloruros en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
1	270,7 mg/L	272 mg/L	287,3 mg/L	300 mg/L
2	271 mg/L	273,1 mg/L	264 mg/L	301 mg/L
3	272,1 mg/L	273.5 mg/L	298 mg/L	294 mg/L
4	280 mg/L	270 mg/L	275,8 mg/L	296,1 mg/L
5	280,5 mg/L	278 mg/L	285,3 mg/L	285,7 mg/L
6	281,3 mg/L	279,2 mg/L	296,4 mg/L	296,4 mg/L
7	278 mg/L	290 mg/L	285,4 mg/L	278,1 mg/L
8	279,4 mg/L	289,6 mg/L	297 mg/L	263,8 mg/L
9	278,6 mg/L	289,4 mg/L	287,9 mg/L	289,4 mg/L
10	290 mg/L	286,3 mg/L	286,9 mg/L	287,7 mg/L

**Fuente:** Elaboración propia

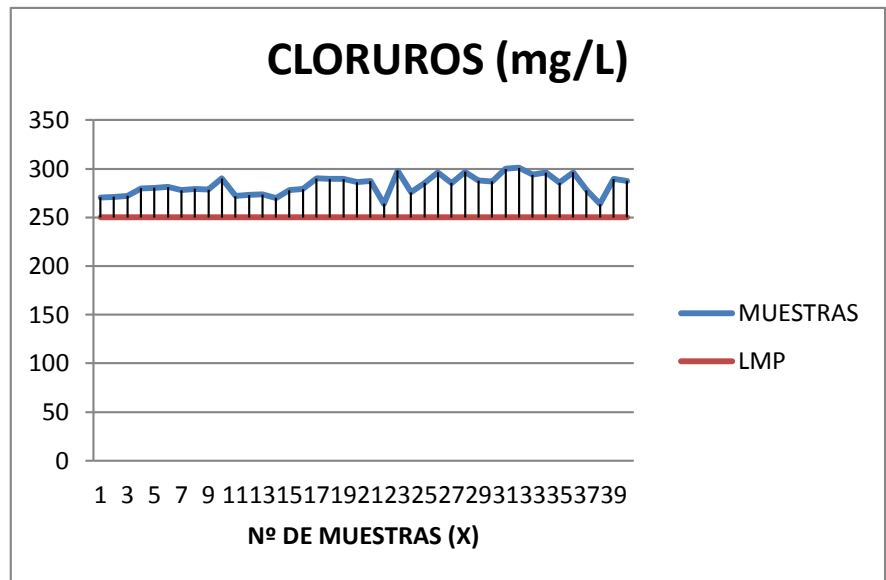
**Tabla N° 17:** Límite máximo permisible del parámetro cloruro

Parámetro	LMP	Resultado
Cloruros	250 mg/L	No cumple

**Fuente:** Elaboración propia



**Gráfico N° 07:** Cloruros de la muestras de agua y del límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 16 y 17

**Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que los cloruros en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora no están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## 3.1.2.4. Dureza Total

**Tabla N° 18:** Resultados de la dureza total en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
1	280 mg/L	220 mg/L	216 mg/L	256 mg/L
2	284 mg/L	211 mg/L	240 mg/L	245 mg/L
3	236 mg/L	224 mg/L	240 mg/L	248 mg/L
4	276 mg/L	216 mg/L	240 mg/L	261 mg/L
5	289 mg/L	226 mg/L	252 mg/L	287 mg/L
6	262 mg/L	204 mg/L	230 mg/L	263 mg/L
7	286 mg/L	214 mg/L	225 mg/L	249 mg/L
8	290 mg/L	230 mg/L	236 mg/L	256 mg/L
9	296 mg/L	227 mg/L	248 mg/L	238 mg/L
10	294 mg/L	218 mg/L	243 mg/L	264 mg/L

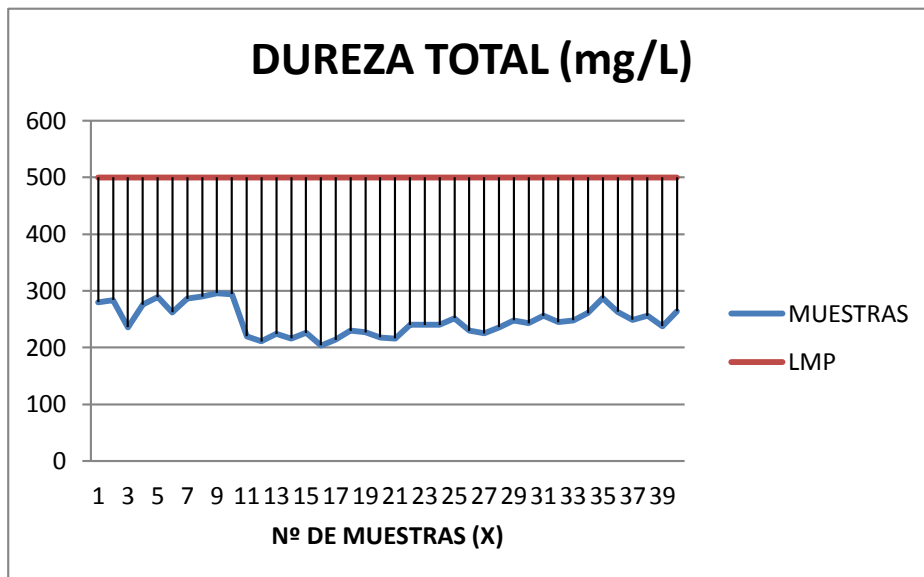
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 19:** Límite máximo permisible del parámetro dureza total

Parámetro	LMP	Resultado
Dureza Total	500 mg/L	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 08:** Dureza Total de las muestras de agua y del límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 18 y 19

#### **Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que la dureza total en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## 3.1.2.5. Calcio

**Tabla N° 20:** Resultados de calcio en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
1	62,4 mg/L	53,6 mg/L	52,4 mg/L	58,4 mg/L
2	58,4 mg/L	52,4 mg/L	58 mg/L	55,6 mg/L
3	67,6 mg/L	58 mg/L	59,2 mg/L	60,8 mg/L
4	63,2 mg/L	55,2 mg/L	55,6 mg/L	55,2 mg/L
5	68,4 mg/L	55,6 mg/L	60,8 mg/L	60,8 mg/L
6	54 mg/L	60 mg/L	54,8 mg/L	54,4 mg/L
7	51,6 mg/L	55,6 mg/L	54,4 mg/L	58,8 mg/L
8	58,4 mg/L	59,2 mg/L	58,8 mg/L	60 mg/L
9	68,8 mg/L	55,2 mg/L	56,8 mg/L	56,8 mg/L
10	58,8 mg/L	61,2 mg/L	55,6 mg/L	60,8 mg/L

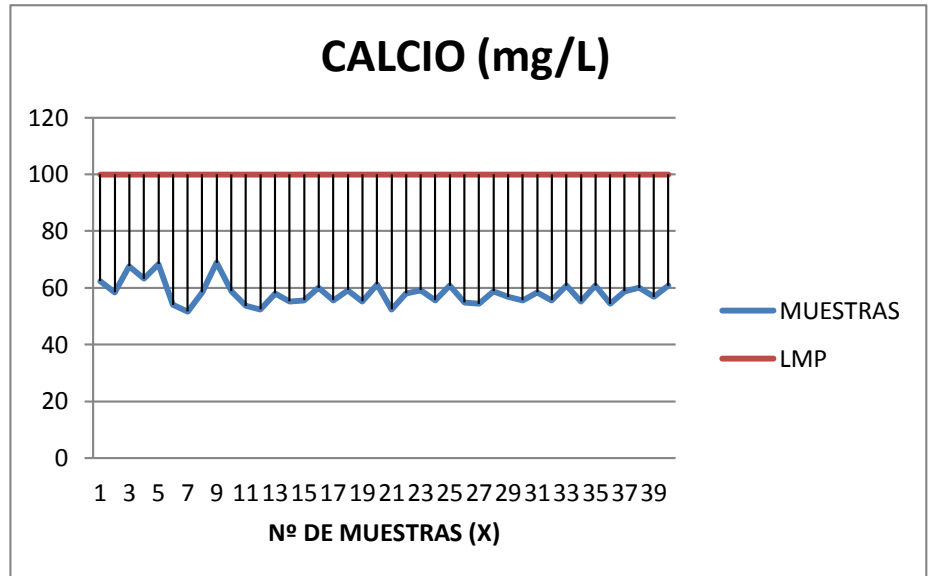
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 21:** Límite máximo permisible del parámetro calcio

Parámetro	LMP	Resultado
Calcio	100 mg/L	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 09:** Calcio de las muestras de agua y límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 20 y 21

**Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que el calcio en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## 3.1.2.6. Magnesio

**Tabla N° 22:** Resultados de magnesio en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
1	34,7 mg/L	24,1 mg/L	23,8 mg/L	30,8 mg/L
2	38,6 mg/L	22,4 mg/L	26,6 mg/L	29,7 mg/L
3	18,8 mg/L	22,1 mg/L	25,8 mg/L	26,9 mg/L
4	33 mg/L	21,8 mg/L	28,3 mg/L	34,4 mg/L
5	33 mg/L	24,4 mg/L	28 mg/L	37,8 mg/L
6	35,6 mg/L	15,1 mg/L	26 mg/L	35,6 mg/L
7	44 mg/L	21 mg/L	24,9 mg/L	28,6 mg/L
8	40,3 mg/L	23 mg/L	24,9 mg/L	29,7 mg/L
9	34,7 mg/L	24,9 mg/L	29,7 mg/L	26,9 mg/L
10	41,2 mg/L	18,2 mg/L	29,1 mg/L	31,4 mg/L

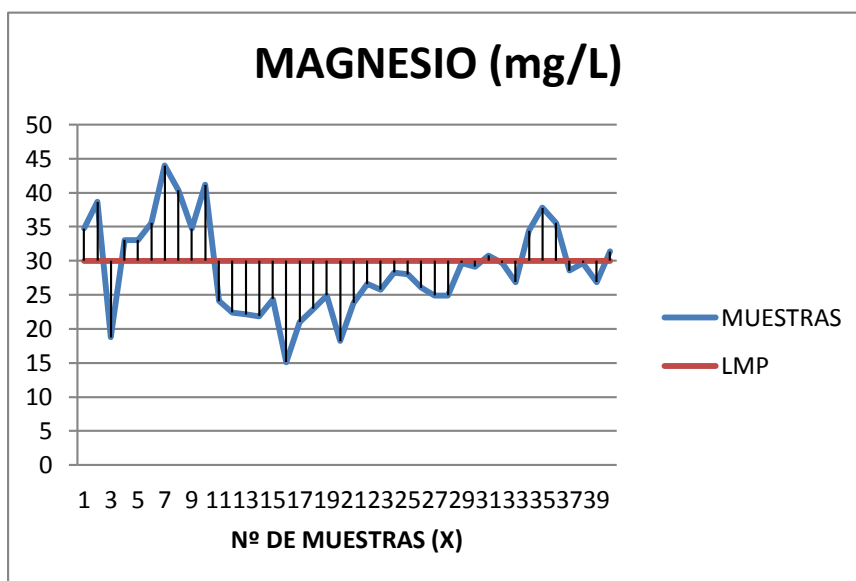
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 23:** Límite máximo permisible del parámetro magnesio

Parámetro	LMP	Resultado
Magnesio	30 mg/L	No cumple

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 10:** Magnesio de las muestras de agua y límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 22 y 23

#### **Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que el magnesio en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora no está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## 3.1.2.7. Sulfatos

**Tabla N° 24:** Resultados de sulfatos en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
1	473,7 mg/L	475 mg/L	472,3 mg/L	482,3 mg/L
5	455,2 mg/L	472 mg/L	473,4 mg/L	489,3 mg/L
10	460,5 mg/L			490,2 mg/L

**Fuente:** Elaboración propia

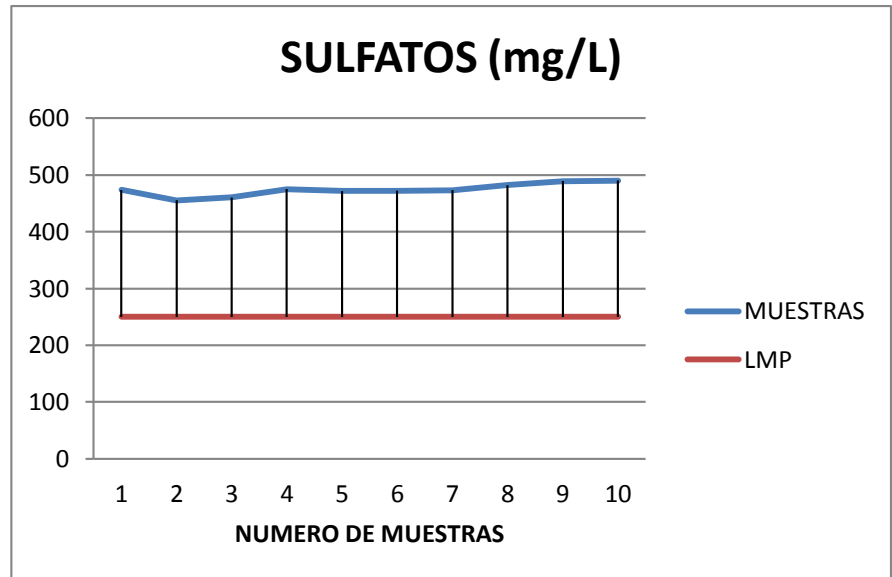
**Tabla N° 25:** Límite máximo permisible del parámetro sulfato

Parámetro	LMP	Resultado
Sulfatos	250 mg/L	No cumple

**Fuente:** Elaboración propia



**Gráfico N° 11:** Sulfatos de las muestras de agua y límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 24 y 25

**Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que el sulfato en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora no está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## 3.1.2.8. Nitratos

**Tabla N° 26:** Resultados de nitratos en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
<b>1</b>	21,7 mg/L	21,9 mg/L	21,8 mg/L	21,7 mg/L
<b>5</b>	21,8 mg/L	22 mg/L	21,9 mg/L	21,8 mg/L
<b>10</b>	22 mg/L			22 mg/L

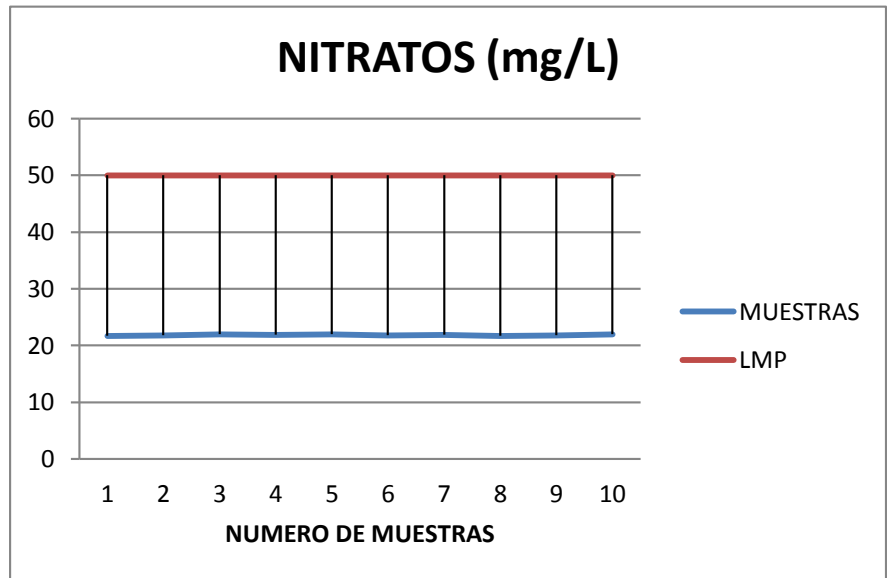
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 27:** Límite máximo permisible del parámetro nitrato

Parámetro	LMP	Resultado
Nitratos	50 mg/L	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 12:** Nitratos de las muestras de agua y límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 26 y 27

**Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que el nitrato en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## 3.1.2.9. Sólidos Totales Disueltos

**Tabla N° 28:** Resultados de sólidos totales disueltos en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
1	2040 mg/L	2071,2 mg/L	2068,8 mg/L	2071,2 mg/L
2	2071,2 mg/L	2073,6 mg/L	2070 mg/L	2074,8 mg/L
3	2074,8 mg/L	2074,8 mg/L	2071,2 mg/L	2076,6 mg/L
4	2080,8 mg/L	2074,8 mg/L	2071,2 mg/L	2079 mg/L
5	2081,4 mg/L	2076 mg/L	2073,6 mg/L	2079 mg/L
6	2082 mg/L	2076,6 mg/L	2074,8 mg/L	2080,8 mg/L
7	2080,8 mg/L	2077,8 mg/L	2074,8 mg/L	2081,4 mg/L
8	2080,8 mg/L	2079 mg/L	2075,4 mg/L	2080,8 mg/L
9	2082 mg/L	2080,8 mg/L	2079 mg/L	2080,4 mg/L
10	2082,6 mg/L	2081,4 mg/L	2080,2 mg/L	2085 mg/L

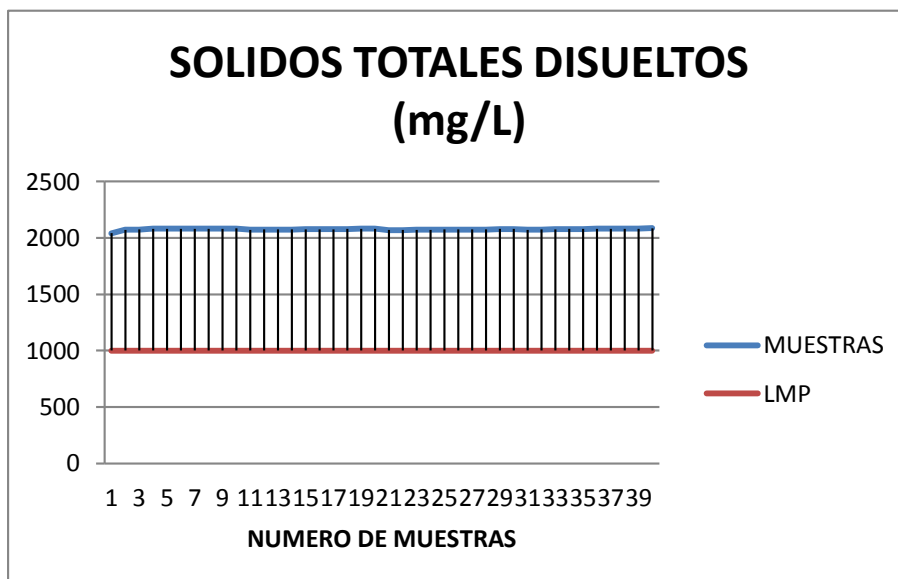
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 29:** Límite máximo permisible del parámetro sólido totales disueltos

Parámetro	LMP	Resultado
Sólidos Totales Disueltos	1000 mg/L	No cumple

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 13:** Sólidos Totales Disueltos de las muestras de agua y límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 28 y 29

#### **Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que los sólidos totales disueltos en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora no están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## 3.1.2.10. Arsénico

**Tabla N° 30:** Resultados de arsénico en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
1	0,0023 mg/L	0,0023 mg/L	0,0024 mg/L	0,0024 mg/L
5	0,0023 mg/L	0,0024 mg/L	0,0025 mg/L	0,0025 mg/L
10	0,0024 mg/L			0,0026 mg/L

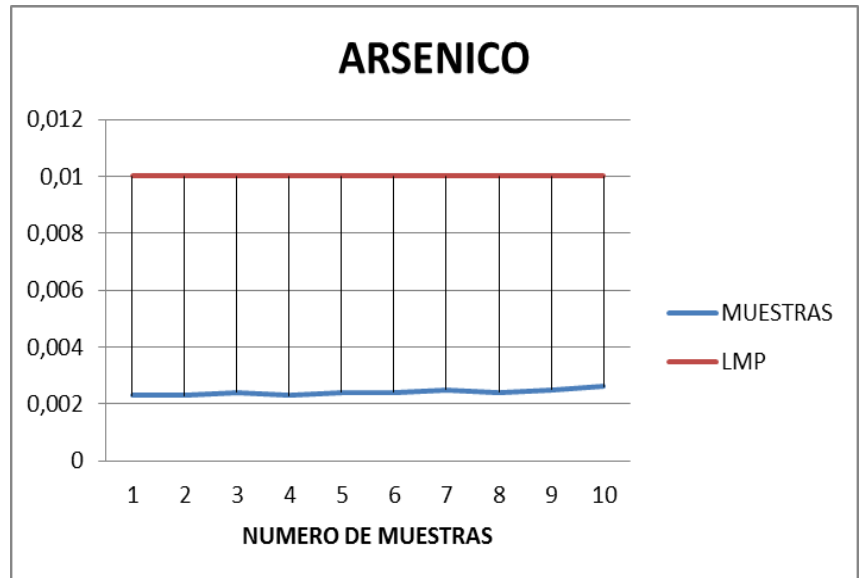
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 31:** Límite máximo permisible del parámetro arsénico

Parámetro	LMP	Resultado
Arsénico	0,01 mg/L	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 14:** Arsénico de las muestras de agua y límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 30 y 31

**Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que el arsénico en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## 3.1.2.11. Plomo

**Tabla N° 32:** Resultados de plomo en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
<b>1</b>	0,003 mg/L	0,004 mg/L	0,003 mg/L	0,003 mg/L
<b>5</b>	0,004 mg/L	0,004 mg/L	0,005 mg/L	0,004 mg/L
<b>10</b>	0,005 mg/L			0,005 mg/L

**Fuente:** Elaboración propia

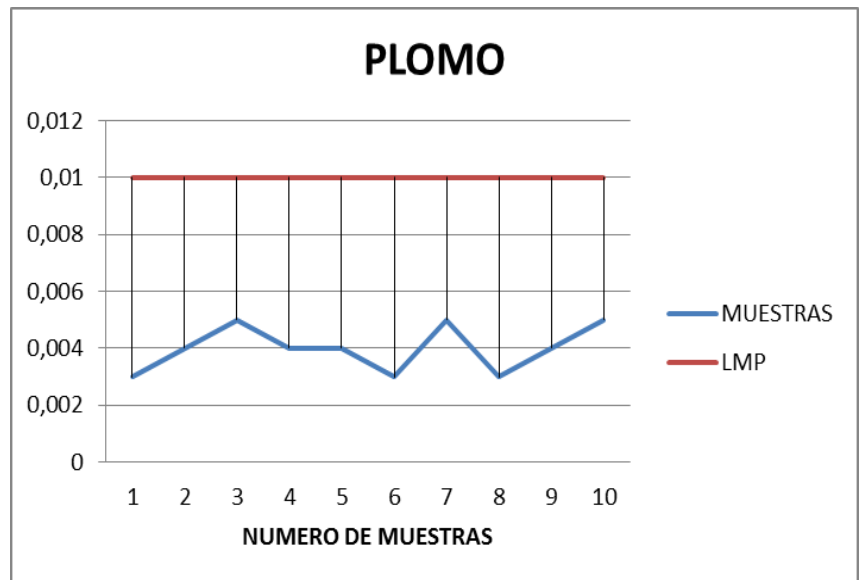
**Tabla N° 33:** Límite máximo permisible del parámetro plomo

Parámetro	LMP	Resultado
Plomo	0,01 mg/L	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia



**Gráfico N° 15:** Plomo de las muestras de agua y límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 32 y 33

**Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que el plomo en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## 3.1.2.12. Cloro Residual

**Tabla N° 34:** Resultados de cloro residual en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
1	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
2	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
3	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
4	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
5	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
6	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
7	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
8	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
9	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
10	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm

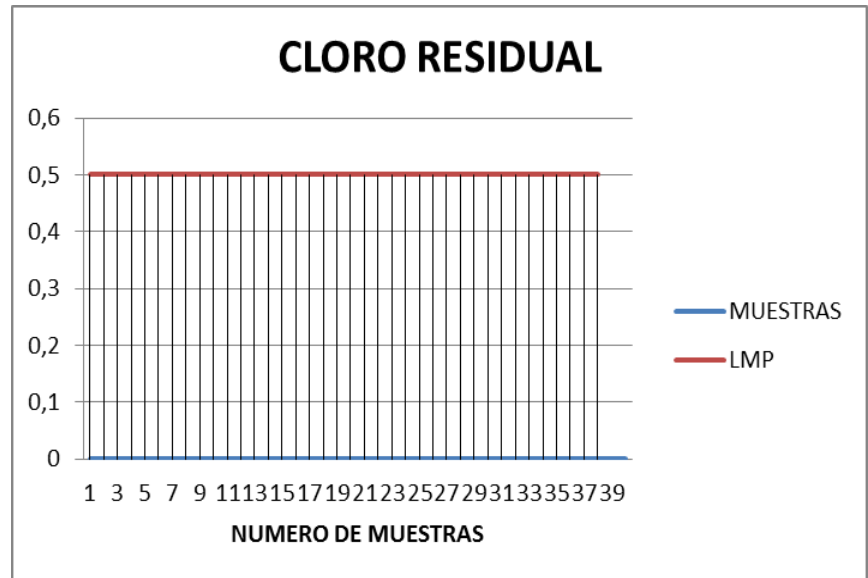
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 35:** Límite máximo permisible del parámetro cloro residual

Parámetro	LMP	Resultado
Cloro Residual	0,2 - 0,5 ppm	No cumple

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 16:** Cloro Residual de las muestras de agua y límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 34 y 35

**Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que el cloro residual en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora no está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

### 3.2. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA

#### 3.2.1. Microbiológicos

##### 3.2.1.1. Coliformes Totales

**Tabla N° 36:** Resultados de coliformes totales en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
<b>1</b>	30 UFC/100ml	32 UFC/100ml	33 UFC/100ml	30 UFC/100ml
<b>5</b>	40 UFC/100ml	45 UFC/100ml	40 UFC/100ml	39 UFC/100ml
<b>10</b>	50 UFC/100ml			50 UFC/100ml

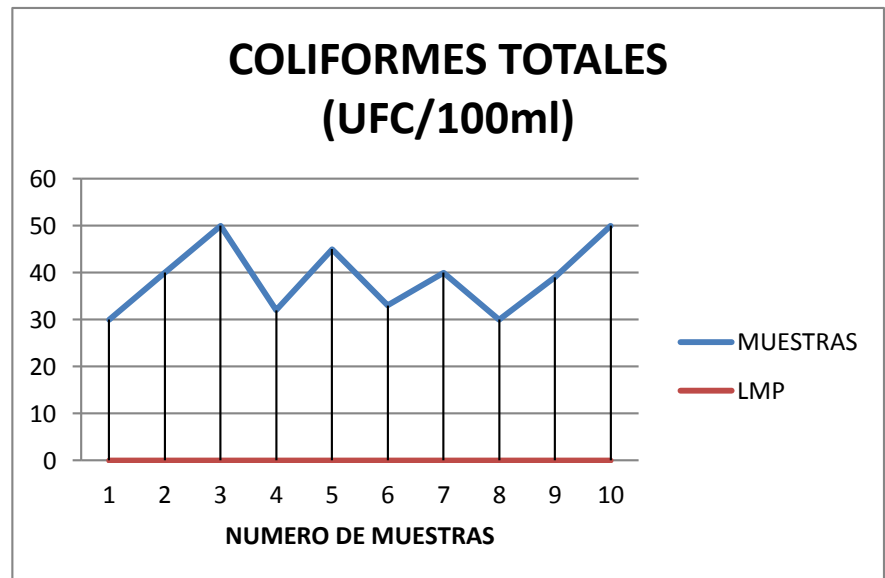
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 37:** Límite máximo permisible del parámetro coliforme total

Parámetro	LMP	Resultado
Coliformes Totales	0 UFC/100ml	No cumple

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 17:** Coliformes Totales de las muestras de agua y límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 36 y 37

**Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que los coliformes totales en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora no están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## 3.2.1.2. Coliformes Termotolerantes

**Tabla N° 38:** Resultados de coliformes termotolerantes en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
1	0 UFC/100ml	1 UFC/100ml	1 UFC/100ml	0 UFC/100ml
5	1 UFC/100ml	2 UFC/100ml	2 UFC/100ml	1 UFC/100ml
10	2 UFC/100ml			2 UFC/100ml

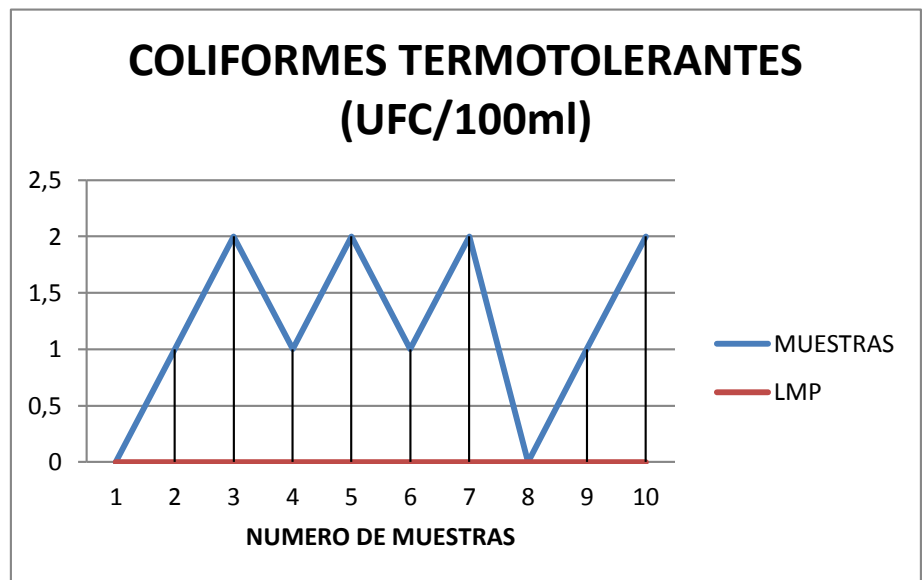
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 39:** Límite máximo permisible del parámetro coliforme termotolerante

Parámetro	LMP	Resultado
Coliformes Termotolerantes	0 UFC/100ml	No cumple

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 18:** Coliformes Termotolerantes de las muestras de agua y límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 38 y 39

**Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que los coliformes termotolerantes en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora no están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## 3.2.1.3. Recuento de Heterótrofos

**Tabla N° 40:** Resultados de recuento de heterótrofos en el agua para consumo humano de la localidad de Las Juntas

MUESTRAS	FECHA DE PRUEBA			
	17/06/2015	24/06/2015	01/07/2015	08/07/2015
1	102 UFC/100ml	92 UFC/100ml	98 UFC/100ml	102 UFC/100ml
5	105 UFC/100ml	100 UFC/100ml	105 UFC/100ml	108 UFC/100ml
10	108 UFC/100ml			112 UFC/100ml

**Fuente:** Elaboración propia

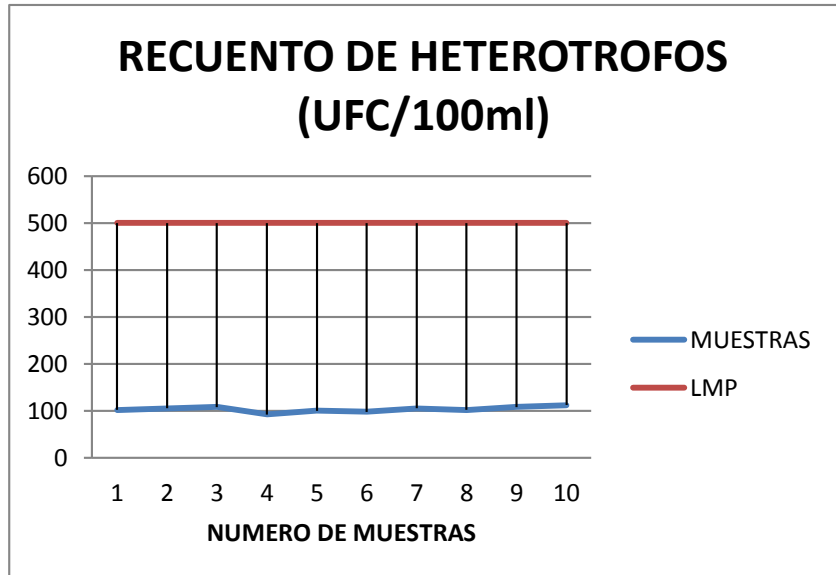
**Tabla N° 41:** Límite máximo permisible del parámetro recuento de heterótrofos

Parámetro	LMP	Resultado
Recuento de Heterótrofos	500 UFC/100ml	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia



**Gráfico N° 19:** Recuento de Heterótrofos de las muestras de agua y límite máximo permisible



**Fuente:** Tabla N° 40 y 41

**Interpretación:**

Según los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que los recuentos de heterótrofos en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

## ***CAPITULO IV***

### ***Propuesta de Tratamiento***

Actualmente el agua de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora presenta la problemática en: cloruros, magnesio, sulfatos, conductividad, sólidos totales disueltos, cloro residual, coliformes totales y coliformes termotolerantes, a las cuales no se les da tratamiento alguno, por lo que debemos realizar los tratamientos correspondientes con el objeto de mejorar la calidad física, química y microbiológica del agua, a fin de entregarla al consumo, apta, inocua y aprovechable para el hombre, animales y agricultura.

Con base en lo anterior y en la bibliografía consultada se propone un tratamiento por electrodiálisis reversible.

#### **4.1. ELECTRODIALISIS**

Es un proceso de separación electroquímica en donde los iones son transferidos a través de membranas de intercambio iónico por medio de corriente continua.

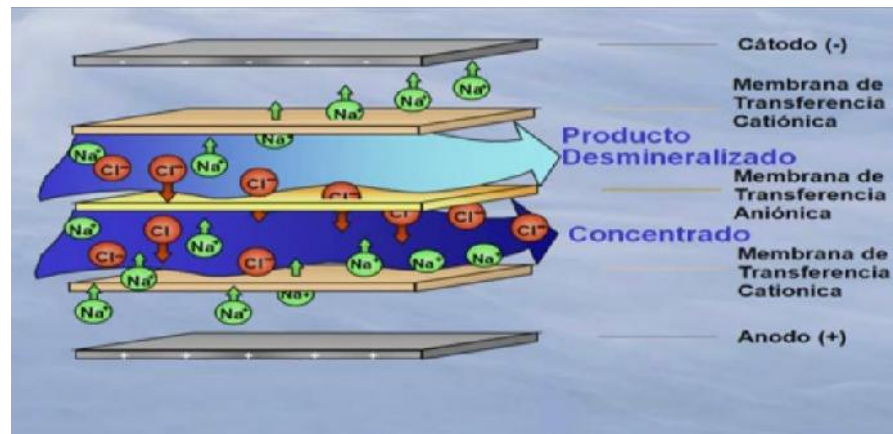
Gracias al gradiente de potencial aplicado, los iones se difunden a través de las membranas en la dirección del cátodo o del ánodo. Entre el cátodo y el ánodo, las membranas selectivas de aniones y de cationes son colocadas en un orden alternativo. Sólo los aniones van a pasar las membranas selectivas de aniones y sólo los cationes van a pasar las membranas selectivas de cationes. Así pues, en la mitad de los compartimentos el flujo estará concentrado mientras que en el resto de compartimentos, los iones son eliminados, generándose un efluente limpio.

##### **4.1.1. Proceso de electrodiálisis reversible**

Se puede decir que la electrodiálisis es una tubería mágica donde se introduce agua y una vez que ésta ingresa, los iones presentes empiezan a escaparse, éstos atraviesan las paredes de la tubería de forma que cuando el agua sale de la tubería sale exenta de sales perdiéndolos en el camino, en este paso se puede decir que existe un agua de alimentación y dos flujos de salida: uno que

contendrá el agua libre de sales y el otro con concentrado de iones que será retirado del sistema.

**Figura N° 02:** Proceso de electrodiálisis reversible

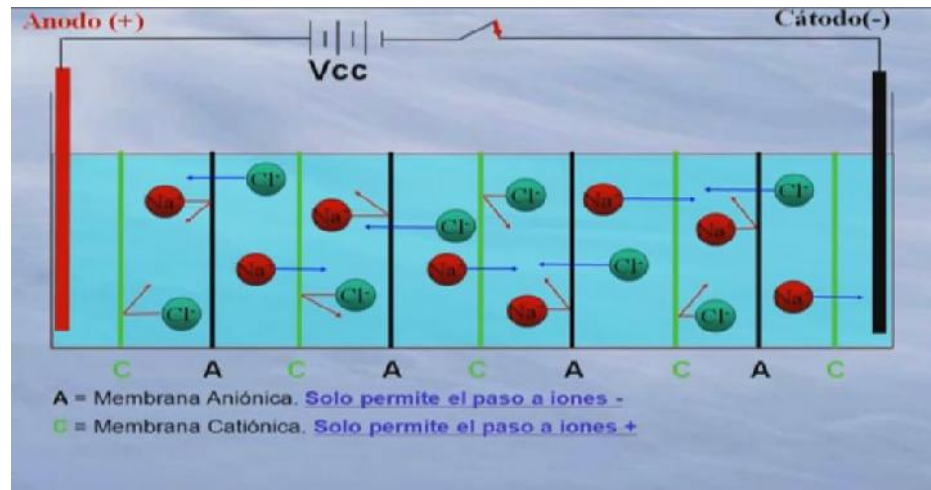


**Fuente:** <https://www.youtube.com/watch?v=S3E7zmcguNg>

El agua contiene diferentes iones, por ser un disolvente universal hace que cualquier sal en forma cristalina entre al agua y éste se disocia en sus iones positivos y negativos. Al introducir un electrodo de corriente continua dentro de un recipiente, donde se encuentra el agua con iones, sucede que tan pronto aplicamos un campo magnético de corriente continua los iones tendrán a moverse hacia los electrodos de carga contraria, los aniones hacia el ánodo y los cationes hacia el cátodo.

Dentro de estas celdas, se introducen membranas que son de dos tipos: aniónicas y cationicas, formando compartimentos. Estas membranas son impermeables, lo que quiere decir, que el agua de cada compartimento no se mezcla con la otra sólo deja pasar los iones. Tenemos membranas que dejan pasar iones positivos y otras los iones negativos.

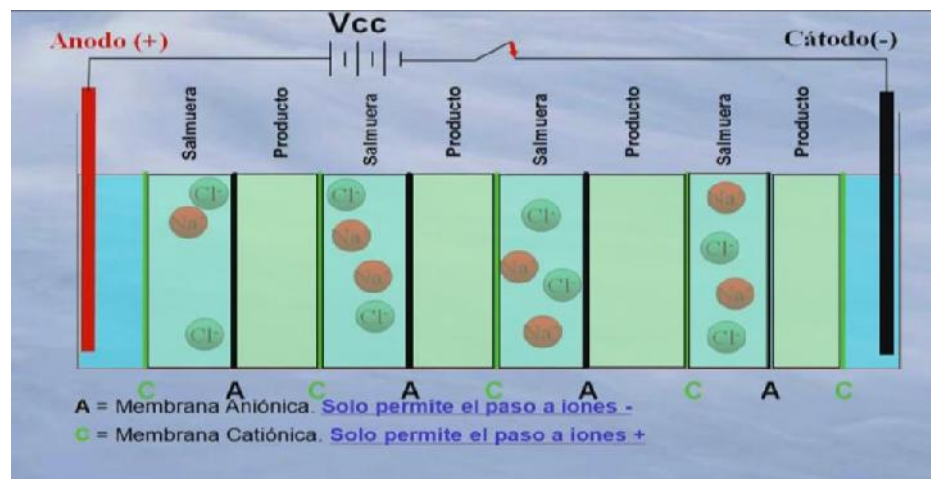
Figura N° 03: Celda electrolítica



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=S3E7zmcguNg>

Cada membrana selecciona un tipo de ion según sea catiónica o aniónica, dejando pasar a través de ella dichos iones a la celda siguiente, donde quedará un agua libre de iones y una concentrada.

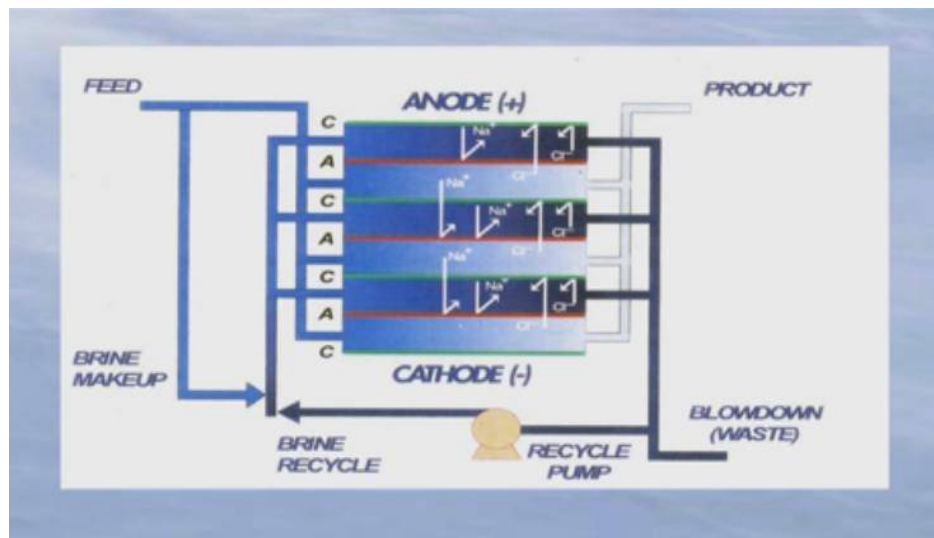
Figura N° 04: Celda electrolítica con membranas



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=S3E7zmcguNg>

Para lograr un mayor porcentaje de recuperación de agua a tratar, se utiliza un sistema de alimentación donde se introduce el agua en los compartimientos que se encargarán de retirar la mayor cantidad de sales. Se coloca una bomba y se establece un bucle de recirculación para que el agua que entre al compartimiento de concentración no sea un agua nueva sino que sea el agua concentrada de sales que esté dando vueltas manteniendo una concentración constante, esto se logra debido a un make-up con agua de alimentación para no saturar las sales y evitar incrustaciones logrando así un balance de masas.

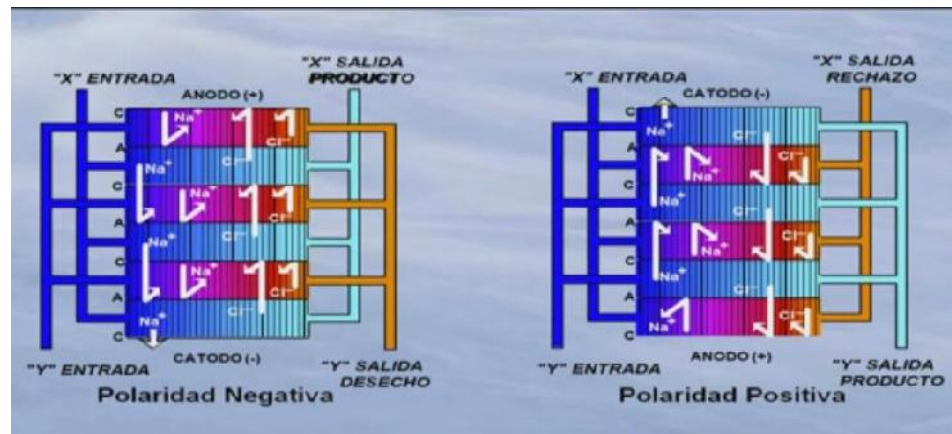
**Figura N° 05:** Recirculación de salmuera



**Fuente:** <https://www.youtube.com/watch?v=S3E7zmcguNg>

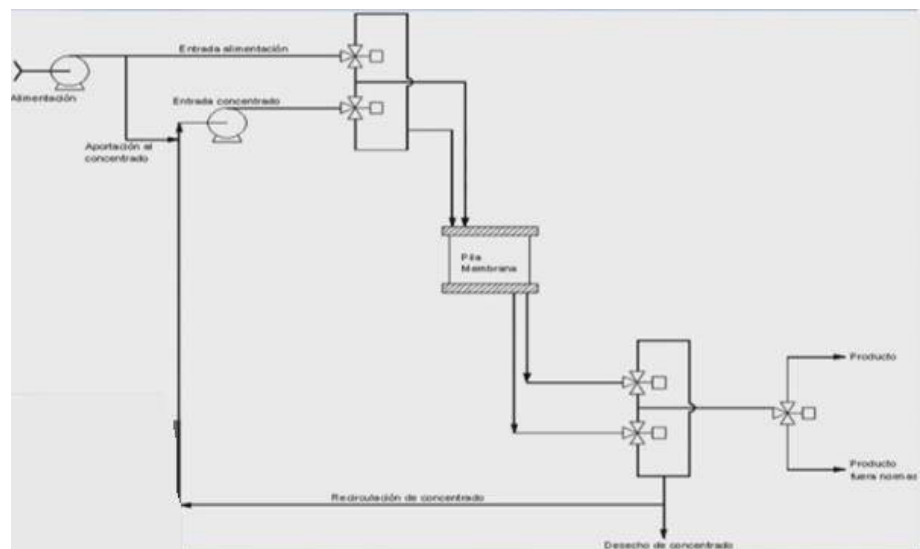
Electrodiálisis Reversible es un proceso de electrodiálisis en el cual cambia periódicamente (de 2 a 4 veces por hora) la polaridad de los electrodos, lo que genera una auto-limpieza continua.

**Figura N° 06:** Cambio automático de la polaridad



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=S3E7zmcguNq>

**Figura N° 07:** Esquema de una electrodialisis reversible



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=S3E7zmcguNq>

#### 4.1.2. Componentes de una pila de membranas

##### 4.1.2.1. Membranas

Son un par de células aniónica y catiónica. Son láminas flexibles que normalmente tiene 1 mm de espesor, la longitud depende del fabricante.

- Membrana catiónica

Está cargada de radicales negativos, hecho de poliestireno con radical  $\text{SO}_3^-$ , este radical permite que la membrana sea hidrofílica, al ser de carga negativa y los coloides negativos no producen ensuciamiento. Tiene la capacidad de soportar pH extremos y debido a estas capacidades tiene la garantía de poder durar toda la vida.

- Membrana aniónica

Está fabricada de cloruro de polivinil bencilo con radical derivado de amonio cuaternario ( $\text{NH}_4^+$ ) tal como el trimetilamonio. Tiene baja resistencia química, sufre ensuciamiento coloidal debido a su carga negativa.

Propiedades de las membranas de Electrodialisis:

- Discriminar entre iones de carga opuesta
- Conducir la electricidad
- Ser impermeables
- Resistencia mecánica
- Resistencia química
- Larga vida
- Flexible para facilitar su manejo

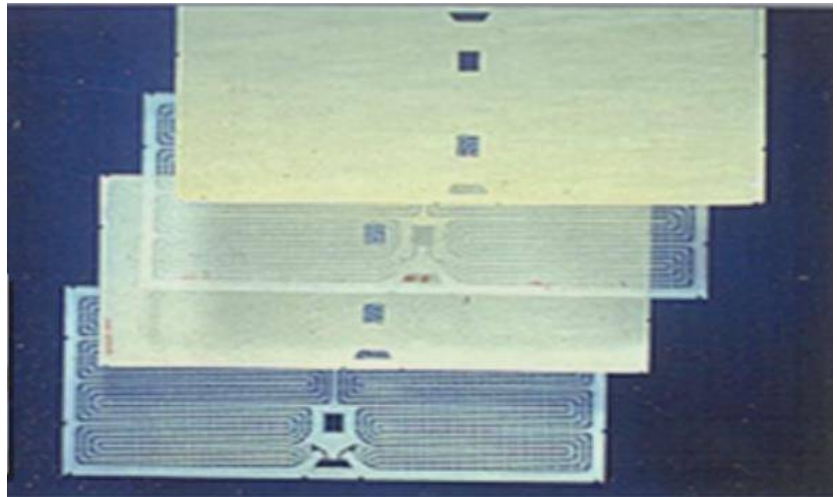


#### 4.1.2.2. Espaciadores

Estos son los encargados de conducir los flujos tanto como el agua concentrada de sales como el producto libre de sales. Se encuentra en medio del par de células, su diseño produce flujos altamente turbulentos en ambos caudales para incrementar la remoción de sales, constituyen tuberías verticales en el interior de la pila; por los que son distribuidos en la forma adecuada.

La acumulación en paralelo de varios cientos de células y espaciadores forman la pila de membranas.

**Figura N° 08:** Espaciadores



**Fuente:** <https://www.youtube.com/watch?v=S3E7zmcquNg>

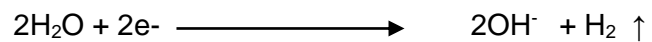
#### 4.1.2.3. Electrodo

Es una placa de titanio recubierto de Platino o Niobio, es el elemento que permite la conexión eléctrica de la pila de membranas a la fuente de tensión de corriente continua, distribuye la corriente aplicada sobre toda la superficie de la membrana con un doble objetivo, que la superficie útil

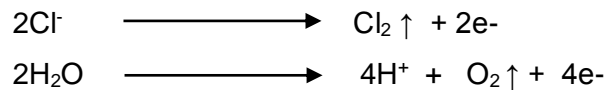
de la membrana sea la mayor posible y disminuir al máximo la densidad de corriente aplicada.

Este es el único lugar de la pila donde se producen reacciones de óxido-reducción:

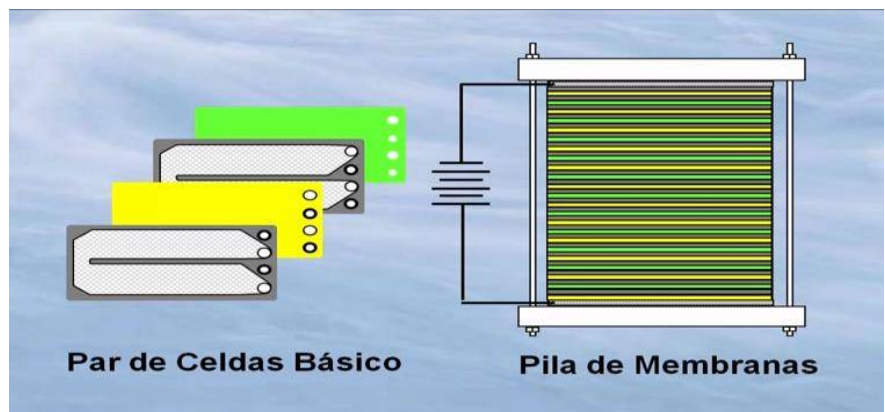
- CATODO: Forma los hidróxidos, existe un incremento de pH y de voltaje de electrodo, existe una disminución del área efectiva con el consiguiente aumento de densidad en el área no cubierta.



- ANODO: Aquí es donde hay formación de cloro gas que será utilizado a nuestro favor para la cloración de esta agua, el bajo pH que encontramos aquí favorece a que exista menos incrustación.



**Figura N° 09:** Formación de la pila de membranas



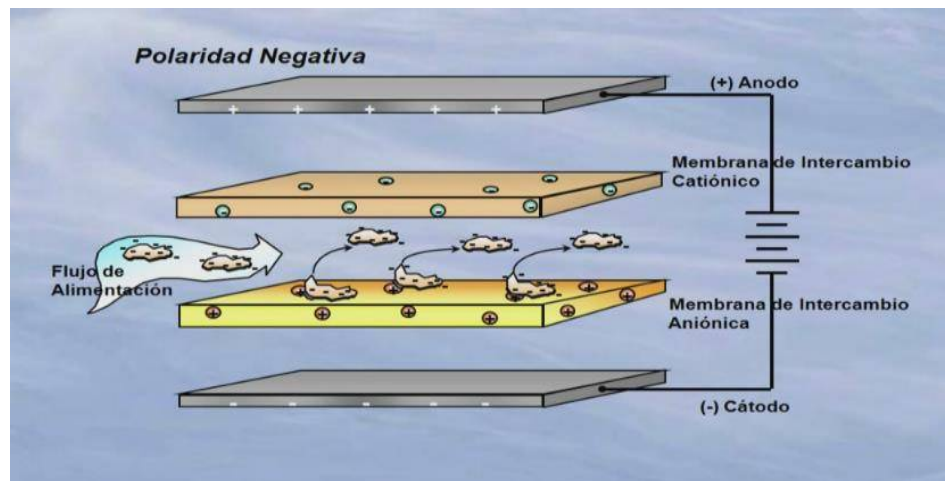
Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=S3E7zmcguNg>

#### 4.1.3. Ensuciamiento coloidal

Los coloides tienden a ir hacia el lado positivo, entonces cambiando la polaridad éste se desprende de la membrana generando así una auto-limpieza, como no es 100% efectivo siempre queda algo de coloides, lo que hace que tendríamos que cambiar las membranas en un tiempo prudente.

En estas membranas también se pueden alojar microorganismos que serán removidos con cloro, a comparación de otros métodos de purificación estas membranas no se deterioran con el uso de cloro.

**Figura N° 10: Auto-limpieza**



**Fuente:** <https://www.youtube.com/watch?v=S3E7zmcguNg>

El análisis del agua de alimentación es muy importante, ya que ayuda a determinar que iones se encuentran presentes dentro de la pila electrolítica, los iones divalentes se mueven más rápido que los monovalentes; la temperatura alta del agua influye en los iones a que se muevan más rápido que a bajas temperaturas.

Para este tratamiento por electrolisis, el agua debe de pasar previamente por una filtración, la electrolisis reversible recupera

mayor cantidad de agua teniendo un rendimiento eficaz de un 90% aproximadamente. No todas las sales son removidas de igual manera debido a que si son monovalentes o divalentes, sino que también depende del tamaño y carga de éstos, el calcio, magnesio y sulfatos tienden a eliminarse con mayor facilidad que los demás.

#### **4.2. OSMOSIS INVERSA**

La ósmosis inversa es una tecnología de purificación de agua mediante la cual se logra un elevado porcentaje de retención de contaminantes, disueltos y no disueltos (hasta un 99% de retención de sales disueltas), remueve los materiales suspendidos y microorganismos.

Cuando dos líquidos, con distinta concentración salina, están separados por una membrana semipermeable, se establece una diferencia de presión entre una y otra parte de la membrana que es función de la diferencia de concentraciones. Esta presión, denominada osmótica, hace pasar agua pura del lado de menos concentración hacia el lado de más concentración, hasta que las concentraciones se igualen.

Inversamente, si se aplica al sistema una presión superior a la osmótica y de sentido contrario, es el agua pura del lado de mayor concentración la que pasa hacia el de menor concentración.

Este fenómeno, que juega un papel fundamental en el metabolismo de todas las células vivas, puede utilizarse como método de desalinización o desmineralización.

Realiza el proceso de purificación en una sola etapa y en forma continua. Es una tecnología extremadamente simple, no requiere de mucho mantenimiento y puede operarse con personal no especializado.

El proceso se realiza sin cambio de fase, con el consiguiente ahorro de energía. Es modular y necesita poco espacio, lo que le confiere una versatilidad excepcional en cuanto al tamaño de las plantas: desde 1 m<sup>3</sup>/día a 1 000,000 m<sup>3</sup>/día.

Algunos sistemas incluyen sistema de dosificación anti – incrustante o biocidas para proteger la membrana contra problemas de incrustación o ensuciamiento.

El costo aproximado de un equipo de osmosis inversa se encuentra entre S/ 12 000 - S/ 18 000.

**Figura N° 11:** Osmosis Inversa Modelo SEF – OSMO 600



**Fuente:** <http://civilgeeks.com/2011/10/10/osmosis-inversa-alternativa-para-tratar-el-agua/>

Las instalaciones de osmosis inversa están instaladas en muchas empresas como:

- En la industria farmacéutica, para la separación de proteínas, eliminación de virus, etc.
- En la industria de alimentos, para la concentración de alimentos (jugo de frutas, leche, etc.)
- Tratamiento de agua potable.
- Tratamiento de agua superficial.
- Agua de enjuagado electrónico, galvanizado e industrias del vidrio.

- Soda y plantas de embotellamiento.
- Aguas de alimentación de calderas y sistemas de vapor.
- Desalinización.

#### **4.3. CLORACIÓN**

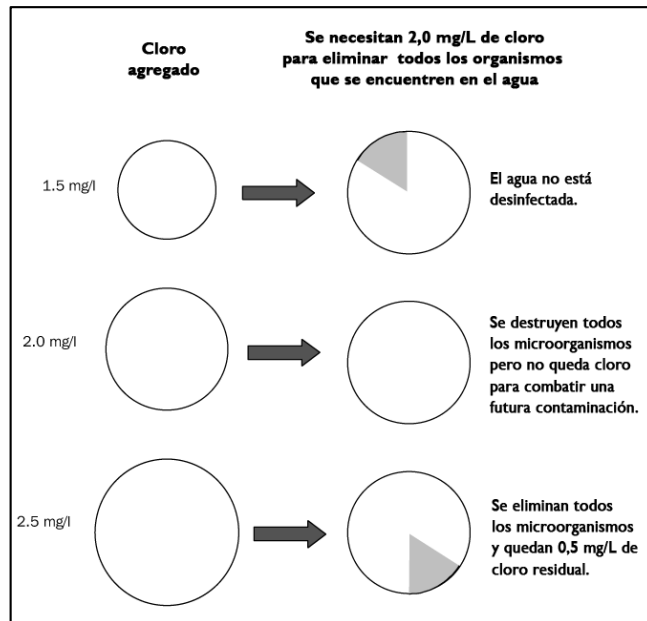
Un tratamiento de cloración permite eliminar de forma sencilla y poco costosa la mayor parte de los microbios, las bacterias, los virus y los gérmenes responsables de enfermedades como la disentería, las fiebres tifoideas y el cólera, y así conseguir una mayor calidad de agua, mas filtrable y cristalina.

Para la cloración del agua podemos utilizar el cloro gas que se forma en el ánodo de los electrodos o cloro en pastillas.

Si se analiza el agua y se encuentra que todavía existe cloro libre en ella, se comprueba que la mayoría de los organismos peligrosos ya fueron eliminados del agua y, por lo tanto, es seguro consumirla. A este procedimiento lo conocemos como medición del cloro residual. Según la OMS, la concentración de cloro residual en el agua debe estar entre 0,2 y 0,5 mg/L.

Generalmente, el cloro residual se determina en los siguientes puntos:

- Inmediatamente después que se ha añadido el cloro al agua para revisar que el proceso de cloración esté funcionando.
- En el sitio de entrega al público más cercano al punto de cloración, para verificar que los niveles de cloro residual estén dentro de los límites establecidos (entre 0,2 y 0,5 mg/L).
- En el punto más lejano de la tubería, donde probablemente los niveles de cloro residual sean los más bajos. Si los niveles de cloro se encuentran por debajo de 0,2 mg/L, es necesario añadir más cloro en un punto intermedio de la red de tuberías.

**Figura N° 12: Efecto del cloro residual****Fuente:** OMS, 2009

Un balde de 18 kg de hipoclorito de calcio al 70% (granulado) tiene un costo aproximado de S/ 249,90, utilizándose de éste producto para obtener 3 ppm de cloro en el agua un aproximado de 1/4 de Kilo para 16 m<sup>3</sup>.

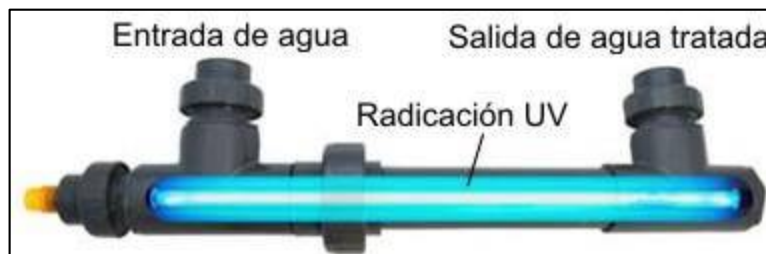
**Figura N° 13: Cloro granulado****Fuente:** Sodimac

#### 4.4. LÁMPARAS UV PARA DESINFECCIÓN

Para poder mejorar la calidad del agua se podría utilizar una lámpara UV como una medida inmediata mientras se pueda realizar el tratamiento adecuado y así reducir la incidencia de enfermedades gastrointestinales, siendo esta una lámpara de fácil adquisición.

El tipo de lámpara a usar es un fluorescente lineal, que consiste en un tubo de vidrio que emite luz ultravioleta de onda corta, necesaria para la purificación del agua.

**Figura N° 14:** Fluorescente lineal



**Fuente:** <http://www.carbotecnia.info/encyclopedia/luz-ultavioleta-uv/>

La luz ultravioleta germicida es un método de desinfección que utiliza la radiación ultravioleta (UV) con la longitud de onda suficientemente para esterilizar los microorganismos. Se utiliza en una variedad de aplicaciones, tales como alimentos, aire y purificación de agua.

La lámpara UV utiliza la radiación ultravioleta de onda corta (UV-C) que es perjudicial para los microorganismos. Es eficaz en la destrucción de los ácidos nucleicos en estos organismos de manera que su ADN se interrumpe por la radiación UV, lo que les impide realizar funciones celulares vitales de reproducción. El grado de inactivación por radiación ultravioleta está directamente relacionado con la dosis de UV aplicada al agua, la



dosificación de la intensidad de la luz UV y el tiempo de exposición. Los microbios tales como: bacterias, virus, hongos, levaduras, protozoos, etc., sean gérmenes de tipo patógeno o no, son seres vulnerables a los efectos de la luz ultravioleta en las longitudes de onda próximas a 253,7 nanómetros (rango UV-C).

La desinfección del agua consiste en un proceso puramente físico, libre de químicos que se usaría en la línea de salida general del agua.

Una lámpara UV la podemos adquirir a un precio aproximado de S/. 2000 Nuevos Soles, con una vida útil de 1 año de trabajo sin interrupción y con un consumo energético entre 15 W y 1 W.

# ***Conclusiones y Recomendaciones***

## CONCLUSIONES

- Se caracterizó físico - química y microbiológicamente el agua de consumo humano de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora - Lambayeque, obteniéndose que está dentro de los límites para consumo humano en: pH, dureza total, turbidez, color, nitratos, arsénico, plomo y recuento de heterótrofos. Mientras que los siguientes parámetros sobrepasan los límites para consumo humano: cloruros entre 270 - 298 mg/L, magnesio entre 30,8 - 41,2 mg/L, conductividad eléctrica entre 3400 - 3475  $\mu$ S/cm, sólidos totales disueltos entre 2040 - 2085 mg/L, sulfatos entre 455,2 - 490,2 mg/L, cloro residual con 0 ppm, coliformes totales entre 30 - 50 UFC/100ml y coliformes termotolerantes entre 1 - 2 UFC/100ml, por lo que puede afectar la salud del consumidor.
- Se identificó que los factores que inciden en la calidad del agua que consume la población de Las Juntas se debe a:
  - No existe la presencia de cloro residual en el agua.
  - Las instalaciones del pozo está en malas condiciones físicas.
  - No existe un sistema de mantenimiento en las tuberías desde hace años.
  - No existe personal destinado para este fin.
  - Existen factores de riesgo topográfico como la altura a nivel del mar que facilita la contaminación a través del manto freático y que estas tierras son de uso agrícola.
  - No existe un sistema de supervisión, evaluación y monitoreo de la calidad de agua de parte de las autoridades Municipales.
- Se verificó que la desinfección del agua de consumo de la población de Las Juntas no se realiza.
- La propuesta de tratamiento que se sugiere para un agua apta para consumo es una electrodiálisis reversible por su eficacia y mayor durabilidad del sistema.

## RECOMENDACIONES

- Implementar un programa de vigilancia y monitoreo de la calidad de agua de Las Juntas del distrito de Pacora, con el fin de verificar y garantizar si el agua es apta para el consumo humano.
- Mejorar las condiciones físicas de las instalaciones del pozo actual para la instalación de un sistema nuevo de cloración. Para dicho proyecto se recomienda realizar una inspección de la tubería, principalmente de la zona central.
- Debido a la condición económica de la población y al elevado costo de un tratamiento por electrodiálisis reversible se recomienda la construcción de un nuevo pozo para abastecer agua con buena calidad, teniendo en cuenta un nuevo estudio hidrográfico.
- Se puede usar también un intercambiador iónico, utilizando resinas especiales que tienen la capacidad de poder retirar un tipo de sal por cada resina utilizada; con esto lograríamos satisfacer los parámetros de control obligatorios.
- Como medida urgente y algo más económico para resguardar la salud de las personas involucradas se puede utilizar cloro en pastillas o tabletas, el costo podría ser asumido por los pobladores entre S/ 0,50 y 1,00 por familia.
- Se debe de hacer un análisis de agua más profundo como: análisis de metales pesados, residuos de sustancias orgánicas tales como insecticidas, herbicidas, fungicidas, alguicidas, etc. Debido a que estos tipos de análisis necesitan costos elevados, equipos especiales, y no está al alcance de las tesistas.

***Referencias***

***Bibliográficas***

## A. LIBROS, ARTICULOS Y OTROS DOCUMENTOS

- **Asociación Mundial para el agua (GWP) & Comité de Consejo Técnico (TAC).** (2000). *“Manejo integrado de recursos hídricos”*. Estocolmo - Suecia: GWP
- **Brooks, K; Ffolliot, P; Magner, J.** (2013). *“Hydrology and the management of watersheds”*. Cuarta Edición. Wiley – Blackwell. Iowa, USA.
- **Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), Ministerio de Salud.** (2011). *“Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”*. Lima – Perú.
- **Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL).** (2002). *“Financiamiento e inversión para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe: perspectivas regionales para instrumentar el Consenso de Monterrey y el Plan de Implementación de Johannesburgo”*. Santiago de Chile, Chile
- **Geilfus, F.** (2009). *“80 Herramientas para el desarrollo participativo: Diagnóstico, Planificación, Monitoreo, Evaluación”*. San José, Costa Rica.
- **Guevara Vera, A.** (1996). *“Control de calidad del agua: Métodos de análisis para la evaluación de la calidad del agua”*. Lima - Perú.
- **Mitchell, M; Stapp, W.B; Bixby, K.** (1993). *“Manual de campo de Proyecto del Río: Una guía para monitorear la calidad del agua del Río Bravo”*. Tercera Edición. New México State University. Las Cruces, Nuevo México. Estados Unidos.
- **Obón de Castro, J. M.** *“Análisis microbiológicos del agua”*. Universidad Politécnica de Cartagena.

- **Ongley, E. D.** (1997). *“Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos”*. Estudios de la FAO riego y drenaje. Roma, Italia.
- **Organización Mundial de la Salud (OMS).** (2006). *“Guías para la calidad del agua potable”*. Tercera Edición.
- **Organización Mundial de la Salud (OMS).** (2009). *“Medición del cloro residual en el agua”*
- **Organización Mundial de la Salud (OMS) & International Water Association (IWA).** (2009). *“Manual para el desarrollo planes de seguridad del agua: Metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo”*. Ginebra - Suiza.
- **Organización Panamericana de la Salud (OPS).** (2003). *“Calidad del Agua Potable en Costa Rica: Situación actual y perspectiva”*.
- **Organización Panamericana de la Salud (OPS).** (1993). *“Consideraciones sobre el programa medio ambiente y salud en el Istmo Centroamericano”*.
- **Organización Panamericana de la Salud (OPS).** (2007). *“Guías para la instalación de sistemas de desinfección”*.
- **Organización Panamericana de la Salud (OPS).** (2002). *“Guía para la desinfección del agua para consumo en sistemas rurales de abastecimiento de agua por gravedad y bombeo”*.
- **Paulet Iturri, M. , Prieto Celi, M, & ROJAS, G.** (2000). *“Seminario – Taller la Gestión del agua: La Autogestión Administrativa y Financiera. Los Recursos hídricos del Perú”*. La Libertad - Perú.
- **Ramakrishna, B.** (1997). *“Estrategias de Extensión para el manejo integrado de Cuencas Hidrográficas: Conceptos y Experiencias”*. IICA. San José, Costa Rica.

- **Reiche, C.** (1997). *“Memoria: Taller sobre el uso de plaguicidas en América Central”*. Turrialba, Costa Rica.
- **Reynolds Vargas, J.** (2002). *“Manejo integrado de las aguas subterráneas: un reto para el futuro”*. San José, Costa Rica. Editorial universidad estatal a distancia.
- **Shilling G, K. E; Libra, R. D.** (2000). *“The relationship of nitrate concentrations in stream to row crop land use in Iowa: Journal Environment Quality”*. American Soc of Agronomy Inc. Madison, WI, United States.
- **Vidal, M; López, A; Santoalla, M.C; Valles, V.** (2000). *“Factor analysis for the water resources contamination due to the use the livestock slurries as fertilizers”*. Agricultural water management.
- **Wagner, T.** (1996). *“Contaminación: causas y efectos”*; tr. por Ana Isabel Stellino Primera edición. Ediciones Garnika. México, D.F.

## B. TESIS

- **Calderón Palacios, D. E. & Valencia Cedeño, M. J.** (2010) *“Calidad de servicio del agua potable en la ciudad de Portoviejo”*. (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Manabí. Ecuador
- **Gudiel Paniagua, H.** (1996). *“Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial de las fuentes de agua que abastecen al municipio de Santa Catarina Pinula”*. (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala – Guatemala.
- **Mejía Clara, M. R.** (2005). *“Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San*



*Jerónimo, Honduras*". (Tesis de Grado). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Honduras – Costa Rica.

- **Mendoza Alvarez, M. E.** (1996). *"Impacto del uso de la tierra, en la calidad del agua de la microcuenca Río Sábalos, Cuenca del Río San Juan. Nicaragua"*. (Tesis de Grado). Centro Agronomico Tropical de Investigación y enseñanza – Costa Rica.
- **Osnaya Ruiz, P.** (2013). *"Evaluación de la calidad del agua en seis delegaciones del distrito federal en un contexto de cambio climático y propuesta de adaptación"*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional Autónoma de México – México
- **Ramos Maldonado, F.** (2006). *"Análisis de la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del puerto de San José, departamento de Escuintla"*. (Tesis de Ingeniería). Universidad de San Carlos de Guatemala – Guatemala.
- **Reascos Chamorro, B. & Yar Saavedra, B.** (2010). *"Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del Cantón Cotacachi y propuesta de medidas correxticas"*. (Tesis de Ingeniería). Universidad Técnica del Norte – Ecuador.
- **Yupanqu Torres, E. G.** (2006). *"Análisis fisicoquímico de fuentes de aguas termominerales del Callejón de Huaylas"*. (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Católica del Perú – Lima.

### C. PAGINAS WEB

- **Ecoagua.** (2009). *"Desalación medianate electrodiálisis"*. Recuperado de:  
[http://www.ecoagua.com/files/technical-articles/art\\_tec\\_ed6.pdf](http://www.ecoagua.com/files/technical-articles/art_tec_ed6.pdf)

- **Escuela de Organización Industrial (EOI).** (2012). *“Clase abierta: Tecnología de Electrodíálisis Reversible”*. Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=S3E7zmcguNq>
- **Hidrosystem.** (2015). *Sistema de desinfección*. Recuperado de:  
<http://hidrosystemperu.com/sistema-desinfeccion-ultravioleta-del-agua/>
- **Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).** *“Estimaciones y proyecciones de población”*. Recuperado de:  
<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>
- **Noven.** (2011). *“Tratamiento de agua”*. Recuperado de:  
<http://www.novemweb.com/main-tda.html>
- **Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).** (1993). *“El estado mundial de la agricultura y la alimentación: Las políticas de Recursos hídricos y la agricultura”*. Recuperado de:  
<http://www.fao.org/docrep/003/t0800s/t0800s09.htm#PART%20III%20WATER%20POLICIES%20AND%20AGRICULTURE>
- **Organización mundial de la salud (OMS).** (2003). *“Agua, saneamiento y salud: Calidad del agua potable”*. Recuperado de:  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/)
- **Organización mundial de la salud (OMS).** (2006). *“Agua, saneamiento y salud: Enfermedades relacionadas con el agua”*. Recuperado de:  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/diseasefact/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/es/)
- **Reyes Jorge, J. P.** *“Tratamientos del agua”*. Recuperado de:  
<http://www.quimicambiental.es/tratamientos-agua/electrodialisis-reversible>

- **Rojas, J. J.** (2010). *“Osmosis inversa: Alternativa para tratar el agua”*. Recuperado de:  
<http://civilgeeks.com/2011/10/10/osmosis-inversa-alternativa-para-tratar-el-agua/>
- **Sefiltra.** *“Osmosis inversa”*. Recuperado de:  
<http://www.sefiltra.com/osmosis-inversa-purificacion-agua.php>
- **Sodimac.** (2015). *“Cloro granulado”*. Recuperado de:  
<http://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/1495720/Cloro-granulado-balde-18-kg/1495720>

# ***APÉNDICE***

### **ANALISIS DE ALCALINIDAD**

Para determinar la alcalinidad en ppm de las muestras de agua de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Alcalinidad (ppm)} = \frac{\text{Volumen}_{\text{gasto}}(\text{ml}) \times 1000\text{mg/L}}{\text{Volumen}_{\text{muestra}}(\text{ml})}$$

**Tabla N° 01.** Datos de análisis de Alcalinidad de la fecha 17/06/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA (ml)</b>	<b>GASTO DE H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ml)</b>	<b>ALCALINIDAD (ppm)</b>
<b>1</b>	50	31,9	638
<b>2</b>	50	30,7	614
<b>3</b>	50	30,5	610
<b>4</b>	50	30,7	614
<b>5</b>	50	32,8	656
<b>6</b>	50	33,8	676
<b>7</b>	50	32,1	642
<b>8</b>	50	31,1	622
<b>9</b>	50	32,4	647
<b>10</b>	50	32,7	654

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 02. Datos de análisis de Alcalinidad de la fecha 24/ 06/2015**

<b>MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA (ml)</b>	<b>GASTO DE H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ml)</b>	<b>ALCALINIDAD (ppm)</b>
<b>1</b>	50	29,6	592
<b>2</b>	50	29,3	586
<b>3</b>	50	29,5	590
<b>4</b>	50	28,5	570
<b>5</b>	50	28,9	578
<b>6</b>	50	29,8	595
<b>7</b>	50	30,0	600
<b>8</b>	50	30,5	610
<b>9</b>	50	30,2	603
<b>10</b>	50	30,8	615

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 03.** Datos de análisis de Alcalinidad de la fecha 01/07/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA (ml)</b>	<b>GASTO DE H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ml)</b>	<b>ALCALINIDAD (ppm)</b>
<b>1</b>	50	29,4	588
<b>2</b>	50	29,5	590
<b>3</b>	50	31,2	624
<b>4</b>	50	28,4	568
<b>5</b>	50	28,5	570
<b>6</b>	50	28,8	575
<b>7</b>	50	30	600
<b>8</b>	50	30,5	610
<b>9</b>	50	30,7	613
<b>10</b>	50	31	620

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 04.** Datos de análisis de Alcalinidad de la fecha 08/07/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA (ml)</b>	<b>GASTO DE H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ml)</b>	<b>ALCALINIDAD (ppm)</b>
<b>1</b>	50	30	600
<b>2</b>	50	30,5	610
<b>3</b>	50	29,8	595
<b>4</b>	50	29,9	598
<b>5</b>	50	30,3	605
<b>6</b>	50	30,7	614
<b>7</b>	50	29,7	594
<b>8</b>	50	30,5	610
<b>9</b>	50	30,6	612
<b>10</b>	50	29,7	594

**Fuente:** Elaboración propia



### **ANALISIS DE CLORUROS**

Para determinar los cloruros en ppm de las muestras de agua de la localidad Las Juntas del distrito de Pacora, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Cloruros(ppm)} = \frac{\text{Volumen}_{\text{gasto}}(\text{ml}) \times 0.01 \times 1000\text{mg/L} \times 35.45}{\text{Volumen}_{\text{muestra}}(\text{ml})}$$

**Tabla N° 05.** Datos de análisis de Cloruros de la fecha 17/ 06/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA (ml)</b>	<b>GASTO DE AgNO<sub>3</sub> (ml)</b>	<b>CLORUROS (ppm)</b>
<b>1</b>	50	38,2	270,7
<b>2</b>	50	38,2	271
<b>3</b>	50	38,4	272,1
<b>4</b>	50	39,5	280
<b>5</b>	50	39,6	280,5
<b>6</b>	50	39,7	281,3
<b>7</b>	50	39,2	278
<b>8</b>	50	39,4	279,4
<b>9</b>	50	39,3	278,6
<b>10</b>	50	40,9	290

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla Nº 06.** Datos de análisis de Cloruros de la fecha 24/06/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA (ml)</b>	<b>GASTO DE AgNO<sub>3</sub> (ml)</b>	<b>CLORUROS (ppm)</b>
<b>1</b>	50	38,4	272
<b>2</b>	50	38,5	273,1
<b>3</b>	50	38,6	273,5
<b>4</b>	50	38,1	270
<b>5</b>	50	39,2	278
<b>6</b>	50	39,4	279,2
<b>7</b>	50	40,9	290
<b>8</b>	50	40,8	289,6
<b>9</b>	50	40,8	289,4
<b>10</b>	50	40,4	286,3

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla Nº 07.** Datos de análisis de Cloruros de la fecha 01/07/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA (ml)</b>	<b>GASTO DE AgNO<sub>3</sub> (ml)</b>	<b>CLORUROS (ppm)</b>
<b>1</b>	50	40,5	287,3
<b>2</b>	50	37,2	264
<b>3</b>	50	42	298
<b>4</b>	50	38,9	275,8
<b>5</b>	50	40,2	285,3
<b>6</b>	50	41,8	296,4
<b>7</b>	50	40,3	285,4
<b>8</b>	50	41,9	297
<b>9</b>	50	40,6	287,9
<b>10</b>	50	40,5	286,9

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 08.** Datos de análisis de Cloruros de la fecha 08/07/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA (ml)</b>	<b>GASTO DE AgNO<sub>3</sub> (ml)</b>	<b>CLORUROS (ppm)</b>
<b>1</b>	50	42,3	300
<b>2</b>	50	42,5	301
<b>3</b>	50	41,5	294
<b>4</b>	50	41,8	296,1
<b>5</b>	50	40,3	285,7
<b>6</b>	50	41,8	296,4
<b>7</b>	50	39,2	278,1
<b>8</b>	50	37,2	263,8
<b>9</b>	50	40,8	289,4
<b>10</b>	50	40,6	287,7

**Fuente:** Elaboración propia

### **ANALISIS DE DUREZA**

Para determinar la dureza en ppm de las muestras de agua de la localidad Las Juntas del distrito de Pacora, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Dureza\ (ppm) = \frac{Volumen_{gasto}(ml) \times 1000mg/L}{Volumen_{muestra}(ml)}$$

**Tabla Nº 09.** Datos de análisis de dureza de la fecha 17/06/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA (ml)</b>	<b>GASTO DE EDTA (ml)</b>	<b>DUREZA (ppm)</b>
<b>1</b>	50	14,0	280
<b>2</b>	50	14,2	284
<b>3</b>	50	11,8	236
<b>4</b>	50	13,8	276
<b>5</b>	50	14,5	289
<b>6</b>	50	13,1	262
<b>7</b>	50	14,3	286
<b>8</b>	50	14,5	290
<b>9</b>	50	14,8	296
<b>10</b>	50	14,7	294

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 10.** Datos de análisis de dureza de la fecha 24/06/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA (ml)</b>	<b>GASTO DE EDTA (ml)</b>	<b>DUREZA (ppm)</b>
<b>1</b>	50	11	220
<b>2</b>	50	10,6	211
<b>3</b>	50	11,2	224
<b>4</b>	50	10,8	216
<b>5</b>	50	11,3	226
<b>6</b>	50	10,2	204
<b>7</b>	50	10,7	214
<b>8</b>	50	11,5	230
<b>9</b>	50	11,4	227
<b>10</b>	50	10,9	218

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 11.** Datos de análisis de dureza de la fecha 01/07/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA (ml)</b>	<b>GASTO DE EDTA (ml)</b>	<b>DUREZA (ppm)</b>
<b>1</b>	50	10,8	216
<b>2</b>	50	12	240
<b>3</b>	50	12	240
<b>4</b>	50	12	240
<b>5</b>	50	12,6	252
<b>6</b>	50	11,5	230
<b>7</b>	50	11,3	225
<b>8</b>	50	11,8	236
<b>9</b>	50	12,4	248
<b>10</b>	50	12,2	243

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla Nº 12.** Datos de análisis de dureza de la fecha 08/07/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA (ml)</b>	<b>GASTO DE EDTA (ml)</b>	<b>DUREZA (ppm)</b>
<b>1</b>	50	12,8	256
<b>2</b>	50	12,3	245
<b>3</b>	50	12,4	248
<b>4</b>	50	13,1	261
<b>5</b>	50	14,4	287
<b>6</b>	50	13,2	263
<b>7</b>	50	12,5	249
<b>8</b>	50	12,8	256
<b>9</b>	50	11,9	238
<b>10</b>	50	13,2	264

**Fuente:** Elaboración propia



### ANALISIS DE CALCIO

Para determinar el Calcio en ppm de las muestras de agua de la localidad Las Juntas del distrito de Pacora, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Dureza\ cálcica\ (ppm) = \frac{Volumen_{gasto}(ml) \times 1000mg/L}{Volumen_{muestra}(ml)}$$

$$Calcio\ (ppm) = Dureza\ calcica\ (ppm) \times 0.4$$

**Tabla N° 13.** Datos de análisis de Calcio de la fecha 17/06/2015

MUESTRAS	VOLUMEN DE GASTO (ml)	GASTO DE EDTA (ml)	DUREZA CALCICA (ppm)	CALCIO
1	50	7,8	156	62,4
2	50	7,3	146	58,4
3	50	8,5	169	67,6
4	50	7,9	158	63,2
5	50	8,6	171	68,4
6	50	6,8	135	54
7	50	6,5	129	51,6
8	50	7,3	146	58,4
9	50	8,6	172	68,8
10	50	7,4	147	58,8

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 14.** Datos de análisis de Calcio de la fecha 24/06/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN DE GASTO (ml)</b>	<b>GASTO DE EDTA (ml)</b>	<b>DUREZA CALCICA (ppm)</b>	<b>CALCIO</b>
<b>1</b>	50	6,7	134	53,6
<b>2</b>	50	6,6	131	52,4
<b>3</b>	50	7,3	145	58
<b>4</b>	50	6,9	138	55,2
<b>5</b>	50	7	139	55,6
<b>6</b>	50	7,5	150	60
<b>7</b>	50	7	139	55,6
<b>8</b>	50	7,4	148	59,2
<b>9</b>	50	6,9	138	55,2
<b>10</b>	50	7,7	153	61,2

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 15.** Datos de análisis de Calcio de la fecha 01/07/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN DE GASTO (ml)</b>	<b>GASTO DE EDTA (ml)</b>	<b>DUREZA CALCICA (ppm)</b>	<b>CALCIO</b>
<b>1</b>	50	6,6	131	52,4
<b>2</b>	50	7,3	145	58
<b>3</b>	50	7,4	148	59,2
<b>4</b>	50	7	139	55,6
<b>5</b>	50	7,6	152	60,8
<b>6</b>	50	6,9	137	54,8
<b>7</b>	50	6,8	136	54,4
<b>8</b>	50	7,4	147	58,8
<b>9</b>	50	7,1	142	56,8
<b>10</b>	50	7	139	55,6

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 16.** Datos de análisis de Calcio de la fecha 08/07/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>VOLUMEN DE GASTO (ml)</b>	<b>GASTO DE EDTA (ml)</b>	<b>DUREZA CALCICA (ppm)</b>	<b>CALCIO</b>
<b>1</b>	50	7,3	146	58,4
<b>2</b>	50	7	139	55,6
<b>3</b>	50	7,6	152	60,8
<b>4</b>	50	6,9	138	55,2
<b>5</b>	50	7,6	152	60,8
<b>6</b>	50	6,8	136	54,4
<b>7</b>	50	7,4	147	58,8
<b>8</b>	50	7,5	150	60
<b>9</b>	50	7,1	142	56,8
<b>10</b>	50	7,6	152	60,8

**Fuente:** Elaboración propia

### **ANALISIS DE MAGNESIO**

Para determinar el Magnesio en ppm de las muestras de agua de la localidad Las Juntas-Pacora, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Dureza\ magnesica\ (ppm) = \frac{Volumen_{gasto}(ml) \times 1000mg/L}{Volumen_{muestra}(ml)}$$

$$Magnesio\ (ppm) = Dureza\ magnesica\ (ppm) \times 0.28$$

**Tabla N° 17.** Datos de análisis de Magnesio de la fecha 17/06/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>DUREZA TOTAL (ppm)</b>	<b>DUREZA CALCICA (ppm)</b>	<b>DUREZA MAGNESICA (ppm)</b>	<b>MAGNESIO</b>
<b>1</b>	280	156	124	34.7
<b>2</b>	284	146	138	38.6
<b>3</b>	236	169	67	18.8
<b>4</b>	276	158	118	33.0
<b>5</b>	289	171	118	33.0
<b>6</b>	262	135	127	35.6
<b>7</b>	286	129	157	44.0
<b>8</b>	290	146	144	40.3
<b>9</b>	296	172	124	34.7
<b>10</b>	294	147	147	41.2

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla Nº 18.** Datos de análisis de Magnesio de la fecha 24/06/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>DUREZA TOTAL (ppm)</b>	<b>DUREZA CALCICA (ppm)</b>	<b>DUREZA MAGNESICA(ppm)</b>	<b>MAGNESIO</b>
1	220	134	86	24,1
2	211	131	80	22,4
3	224	145	79	22,1
4	216	138	78	21,8
5	226	139	87	24,4
6	204	150	54	15,1
7	214	139	75	21,0
8	230	148	82	23
9	227	138	89	24,9
10	218	153	65	18,2

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla Nº 19.** Datos de análisis de Magnesio de la fecha 01/07/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>DUREZA TOTAL (ppm)</b>	<b>DUREZA CALCICA (ppm)</b>	<b>DUREZA MAGNESICA (ppm)</b>	<b>MAGNESIO</b>
1	216	131	85	23,8
2	240	145	95	26,6
3	240	148	92	25,8
4	240	139	101	28,3
5	252	152	100	28
6	230	137	93	26
7	225	136	89	24,9
8	236	147	89	24,9
9	248	142	106	29,7
10	243	139	104	29,1

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 20.** Datos de análisis de Magnesio de la fecha 08/07/2015

<b>MUESTRAS</b>	<b>DUREZA TOTAL (ppm)</b>	<b>DUREZA CALCICA (ppm)</b>	<b>DUREZA MAGNESICA (ppm)</b>	<b>MAGNESIO</b>
1	256	146	110	30,8
2	245	139	106	29,7
3	248	152	96	26,9
4	261	138	123	34,4
5	287	152	135	3,8
6	263	136	127	35,6
7	249	147	102	28,6
8	256	150	106	29,7
9	238	142	96	26,9
10	264	152	112	31,4

**Fuente:** Elaboración propia



***ANEXOS***

**Anexo N° 01**

**FOTOGRAFIAS DE TOMA DE MUESTRAS**

- Tanque de almacenamiento de agua potable de la localidad Las Juntas



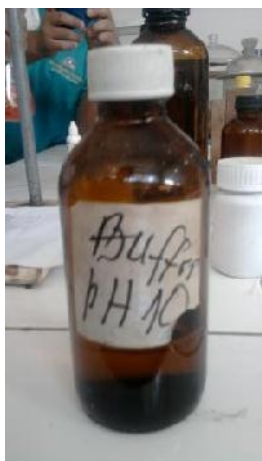
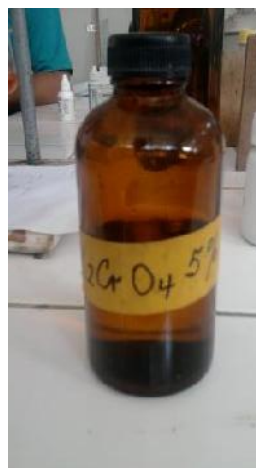
- Recolección de muestras en la localidad Las Juntas



## Anexo N° 02

## FOTOGRAFIAS DE LA PARTE EXPERIMENTAL

- Reactivos





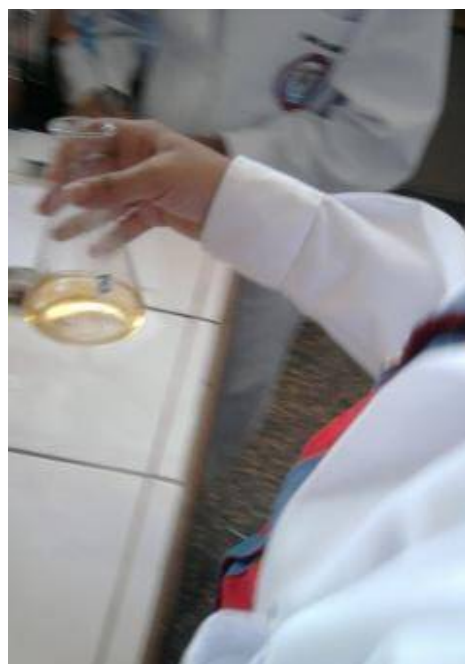
- Preparación de muestras



- Determinación de pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos y turbidez



- Determinación de la alcalinidad



- Determinación de cloruros



- Determinación de dureza total





- **Determinación de la dureza debido al calcio**



**Anexo N° 03**

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD  
ORGANOLÉPTICA**

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
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	1500
7. Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1000
8. Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoníaco	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

**Fuente:** Decreto Supremo N° 031 – 2010 – MINSA, 2011

**Anexo N° 04**  
**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS**  
**INORGÁNICOS**

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

**Nota 1:** En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para arsénico de 0,010 mgL<sup>-1</sup>

**Nota 2:** Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL<sup>-1</sup>.

**Fuente:** Decreto Supremo N° 031 – 2010 – MINSA, 2011

**Anexo N° 05****LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS**

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
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	N° org/L	0
6. Virus	UFC/mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estudios evolutivos.	N° org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples =< 1,8/100 mL

**Fuente:** Decreto Supremo N° 031 – 2010 – MINSA, 2011

## Anexo N° 06

AUTORIZACIÓN PARA SACAR MUESTRAS EN LA LOCALIDAD DE LAS JUNTAS  
DEL DISTRITO DE PACORA**MUNICIPALIDAD DISTRITAL  
DE PACORA**

"AÑO DE LA DIVERSIFICACION PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA  
EDUCACION"

**EL ALCALDE ( E), DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACORA,  
SUSCRIBE L A SGTE:**

**AUTORIZACION**

A las ex alumnas de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, de Lambayeque: Sra. TANIA CAVA SUAREZ, identificada con DNI N° 70117328, y Srta. FIORELLA RAMOS AREVALO, identificada con DNI N° 46193026, para que realicen estudios de investigación sobre la calidad de agua para consumo humano del caserío Las Juntas; jurisdicción del distrito de Pacora, y así presentar su propuesta para mejorar la obtención de este líquido elemento; en virtud a desarrollar su Tesis, para la obtención de su Título Profesional.

Se extiende la presente a solicitud de las interesadas para que se les brinde las facilidades en su trabajo a realizar.

Pacora, 01 de Junio del 2015

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACORA  
Frank Guisado González Músqez  
ALCALDE (E)

### Anexo N° 07

## RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO – QUIMICO Y MICROBIOLOGICO DEL AGUA PARA CONSUMO DE LA FECHA 17/06/2015



**ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS  
DE SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A.**

*"TRABAJAMOS PERMANENTEMENTE PARA LLEVARLE AGUA DE  
LA MEJOR CALIDAD, CUÍDELA NO LA DESPERDICIE"*

EPSEL S.A.  
GERENCIA OPERACIONAL  
OFICINA CONTROL DE CALIDAD

### RESULTADOS DE ENSAYOS FÍSICOS QUÍMICOS

#### PACORA

PARAMETROS (17/06/2015)	LMP	M1	M5	M10
Sulfatos ,mg/l	250	473,7	455,2	460,5
Color, UCV P/Co	15	6	6,5	7
Nitratos, mg/l	50	21,7	21,8	22
Arsénico, mg/l	0,01	0,0023	0,0023	0,0024
Plomo, mg/l	0,01	0,003	0,004	0,005
Coliformes Totales UFC/100 ml	0	30	40	50
Coliformes Termotolerantes UFC/100 ml	0	0	1	2
Recuento de Heterótrofos UFC/100 ml	500	102	105	108

OFICINAS: Av. Sáenz Peña N° 1860 (Planta de Agua Potable) Chiclayo - Teléf. 253479 - 252291 - Telefax 253520  
Gerencia Operacional Teléf. 254152 - Av. Miguel Grau N° 451 Gerencia Comercial Teléf. 273609 - 235757  
Emergencias Teléf. 238563 - 208877 - Pág. Web: [www.epsel.com.pe](http://www.epsel.com.pe)

**Fuente: Epsel S.A.**



**Anexo N° 08**

**RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO – QUIMICO Y MICROBIOLOGICO DEL  
AGUA PARA CONSUMO DE LA FECHA 24/06/2015**



**ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS  
DE SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A.**

*"TRABAJAMOS PERMANENTEMENTE PARA LLEVARLE AGUA DE  
LA MEJOR CALIDAD, CUIDELA NO LA DESPERDICIE"*

EPSEL S.A.  
GERENCIA OPERACIONAL  
OFICINA CONTROL DE CALIDAD

RESULTADOS DE ENSAYOS FÍSICOS QUÍMICOS

PACORA

PARAMETROS (24/06/2015)	LMP	M1	M5
Sulfatos ,mg/l	250	475	472
Color, UCV Pt/Co	15	6,2	6,5
Nitratos, mg/l	50	21,9	22
Arsénico, mg/l	0,01	0,0023	0,0024
Plomo, mg/l	0,01	0,004	0,004
Coliformes Totales UFC/100 ml	0	32	45
Coliformes Termotolerantes UFC/100 ml	0	1	2
Recuento de Heterótrofos UFC/100 ml	500	92	100

OFICINAS: Av. Sáenz Peña N° 1860 (Planta de Agua Potable) Chiclayo - Telef. 253479 - 252291 - Telefax 253520  
Gerencia Operacional Telef. 254132 - Av. Miguel Grau N° 451 Gerencia Comercial Telef. 273609 - 235757  
Emergencias Telef. 238363 - 208877 - Pág. Web: [www.epsel.com.pe](http://www.epsel.com.pe)

**Fuente: Epsel S.A.**

### Anexo N° 09

## RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO – QUIMICO Y MICROBIOLOGICO DEL AGUA PARA CONSUMO DE LA FECHA 01/07/2015



**ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS  
DE SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A.**

*"TRABAJAMOS PERMANENTEMENTE PARA LLEVARLE AGUA DE  
LA MEJOR CALIDAD, CUIDELA NO LA DESPERDICIE"*

EPSEL S.A.  
GERENCIA OPERACIONAL  
OFICINA CONTROL DE CALIDAD

### RESULTADOS DE ENSAYOS FÍSICOS QUÍMICOS

#### PACORA

PARAMETROS (01/07/2015)	LMP	M1	M5
Sulfatos ,mg/l	250	472,3	473,4
Color, UCV Pt/Co	15	6	7
Nitratos, mg/l	50	21,8	21,9
Arsénico, mg/l	0,01	0,0024	0,0025
Plomo, mg/l	0,01	0,003	0,005
Coliformes Totales UFC/100 ml	0	33	40
Coliformes Termotolerantes UFC/100 ml	0	1	2
Recuento de Heterótrofos UFC/100 ml	500	98	105

OFICINAS: Av. Sáenz Peña N° 1860 (Planta de Agua Potable) Chiclayo - Telef. 253479 - 253291 - Telefax 253520  
Gerencia Operacional Telef. 254132 - Av. Miguel Grau N° 451 Gerencia Comercial Telef. 273609 - 235757  
Emergencias Telef. 238363 - 208877 - Pág. Web: [www.epsel.com.pe](http://www.epsel.com.pe)

**Fuente: Epsel S.A.**



## Anexo N° 10

### RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO – QUIMICO Y MICROBIOLOGICO DEL AGUA PARA CONSUMO DE LA FECHA 08/07/2015



EPSEL S.A.  
GERENCIA OPERACIONAL  
OFICINA CONTROL DE CALIDAD

#### RESULTADOS DE ENSAYOS FÍSICOS QUÍMICOS

##### PACORA

PARAMETROS (08/07/2015)	LMP	M1	M5	M10
Sulfatos ,mg/l	250	482,3	489,3	490,2
Color, UCV Pt/Co	15	6	6,5	7,2
Nitratos, mg/l	50	21,7	21,8	22
Arsénico, mg/l	0,01	0,0024	0,0025	0,0026
Plomo, mg/l	0,01	0,003	0,004	0,005
Coliformes Totales UFC/100 ml	0	30	39	50
Coliformes Termotolerantes UFC/100 ml	0	0	1	2
Recuento de Heterótrofos UFC/100 ml	500	102	108	112

OFICINAS: Av. Saenz Peña N° 1860 (Planta de Agua Potable) Chiclayo - Telef. 253479 - 252291 - Telefax 253520  
Gerencia Operacional Telef. 254132 - Av. Miguel Grau N° 451 Gerencia Comercial Telef. 273609 - 235757  
Emergencias Telef. 238363 - 208877 - Pág. Web: [www.epsel.com.pe](http://www.epsel.com.pe)

**Fuente: Epsel S.A.**