UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

EVALUACION DEL ANALISIS QUIMICO DEL AGUA, POR METODO COLORIMETRICO EN EL CENTRO DE INVESTIGACION Y PRODUCCION SANTO TOMAS – UTEA ABANCAY.

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO PRESENTADO POR LOS BACHILLERES EN CIENCIAS AGRARIAS:

- Giselly, POMA SOTO
- Juan, CORDOVA ESCOBAR
- Oscar Giancarlos, SANCHEZ PILARES

ASESORA: Ing. Rosa Marrufo Montoya.

ABANCAY – APURIMAC – PERÚ

2016

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación, principalmente a la memoria de mi hermano Willy, por que bajo su ejemplo pude perseverar en mi formación profesional.

A mi precioso hijo Luis Andree, para quien ningún sacrificio en suficiente, que con su luz a iluminado mi vida y hace mi camino más claro.

A mi esposo Luis Alberto, por sus palabras y confianza, por su amor y brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente.

A mi madre Vilma, por ser el pilar más importante y brindarme su apoyo incondicional, en mi formación profesional, personal y a Hermelinda a quien quiero como una madre por compartir los momentos más importantes de mi vida.

Giselly.

DEDICATORIA

Con todo cariño y afecto a mis queridos padres Rodolfo y Carmen, quienes con su sacrificio, esmero y amor supieron encaminar mi formación profesional y personal, a ustedes dedico con mucha admiración el presente trabajo de investigación.

A mis hermanos Walter, Margot, Caterine, Rodolfo y Dennis, por el apoyo incondicional que supieron brindarme, día a día en el transcurso de mi carrera profesional. A mis sobrinos por ser el motor y motivo para ser un ejemplo personal y profesional para ellos.

A Haydee, por ser mi inspiración y motor, para la realización y conclusión del presente trabajo de investigación, por estar a mi lado ayudándome a alcanzar mis metas.

Juan.

DEDICATORIA

A mi querido padre Teodoro, que desde el cielo me guía cada paso de mi vida, para cumplir mis metas profesionales y personales.

A mi madre Delia, que con sus palabras de aliento no me dejaron decaer para seguir adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A tu paciencia y comprensión, preferiste sacrificar tu tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío. Por tu bondad y sacrificio me inspiraste a ser mejor para tí, ahora puedo decir que este proyecto lleva mucho de tí, gracias por estar siempre a mi lado, esposa Zulma.

A mis Hijos Letizia y Carlosteo, quienes han sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder ser un ejemplo para ellos.

Oscar Giancarlos.

AGRADECIMIENTO

A nuestra alma mater Universidad Tecnológica de los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Agronomía y a todos nuestros Docentes por aportar con nuestra formación profesional durante los semestres académicos.

Con mucho afecto y sinceros agradecimientos a la Ing. Rosa Eufemia Marrufo Montoya, por guiarnos, acompañarnos, aconsejarnos durante todo el proceso y culminación de nuestro trabajo de investigación.

A nuestra amiga y compañera Ing. Haydee Carrasco Ustua, por su apoyo y asesoramiento externo, en la elaboración del presente trabajo de investigación.

A nuestros compañeros de aula y amigos por motivarnos en la ejecución del trabajo de investigación.

Giselly, Juan, Giancarlos

RESUMEN

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Producción Santo Tomas – Pachachaca, ubicado al margen derecho de la carretera Abancay – Andahuaylas exactamente en el kilómetro 1.5 cuyas coordenadas geográficas son 13°39’39’’de latitud Sur y 72°56'37"de longitud Oeste, a una altitud de 1813 m.s.n.m., la tesis se denomina: **EVALUACION DEL ANALISIS QUIMICO DEL AGUA, POR METODO COLORIMETRICO EN EL CENTRO DE INVESTIGACION Y PRODUCCION SANTO TOMAS – UTEA ABANCAY.** No se aplicara un diseño estadístico, el trabajo de investigación es de tipo descriptivo y experimental, en el cual se realiza el análisis químico en laboratorio con sus interpretaciones respectivas mediante histogramas.

Las muestras de agua tomadas en diferentes puntos resultaron con pocas variaciones a lo largo del periodo de muestreo y del sistema de distribución. La clasificación del agua resultó condicionada por los parámetros de pH. El resto de los parámetros evaluados valoran la calidad del agua como buena y por lo tanto, sin restricciones para su uso en el riego agrícola.

Se ha implementado con el equipo completo colorímetro portátil modelo DR 900 con fuente LED que mide longitudes de onda de 420, 520, 560 y 610 nanómetros, el instrumento se usa para medir 90 parámetros del agua agrícolas, agua potable, el agua residual y las aplicaciones industriales y viene con un conjunto completo de programas almacenados (métodos pre-instalados) y disponibilidad del programa de usuario.

ABSTRACT

The research was conducted at the Center for Research and Production Santo Tomas - Pachachaca, located to the right side of the road Abancay – Andahuaylas exactly at kilometer 1.5 whose geographical coordinates are 13 ° south latitude and 39'39"de 72 ° 56'37 "west longitude at an altitude of 1813 meters, the thesis is called. EVALUATION OF WATER CHEMICAL ANALYSIS BY METHOD COLORIMETRIC IN THE CENTER OF RESEARCH AND PRODUCTION SANTO TOMAS - UTEA ABANCAY not a design applied statistician, the research is descriptive and experimental type, in which the chemical analysis laboratory with their respective interpretations is made by histograms.

Water samples were taken at different points with little variation throughout the sampling period and the distribution system. Classification water resulted parameters influenced by pH. The rest of the evaluated parameters measured water quality as good and therefore unrestricted for use in agricultural irrigation.

Has been implemented with full equipment portable colorimeter model DR 900 with LED source measuring wavelengths of 420, 520, 560 and 610 nanometers, the instrument is used to measure 90 parameters of agricultural water, drinking water, wastewater and industrial applications and comes with a complete set of programs stored (pre-installed methods) and availability of the user program.

INDICE

DEDICATORIA……01
AGRADECIMIENTO……..…...04
RESUMEN……05
ABSTRAC……....06
INDICE...……07
INTRODUCCION……10
TITULO……..11
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..……...……11
II. OBJETIVOS...……..…….12
2.1. Objetivo General……..……..……..….12
2.2. Objetivos Específicos…..……12
III. JUSTIFICACION……..….12
IV. HIPOTESIS……..……..14
V. REVISION BIBLIOGRAFICA……..…...15
5.1. Consideraciones Generales Sobre El Agua……..……..……15
5.1.1. El agua……,……..……15
5.1.2. Usos de agua en el Perú…..……16
5.1.3. Disponibilidad de agua en Apurimac.……19
5.1.4. Tipos de agua en el suelo…..……...23
5.1.5. Coeficientes hídricos……..….25
5.1.6. Calidad de agua para irrigación…….……25
5.1.7. Características de agua para riego……27
5.1.8. La disponibilidad del agua en el suelo…….……..31
5.1.9. Distribución de agua en el suelo……..……..……32
5.1.10. Muestreo y análisis de agua…….……....33
VI. MATERIALES Y METODOS……..….38
6.1. Ubicación Política, Geográfica, Hidrográfica……38
6.1.1. Ubicación política……....38
6.1.2. Ubicación Hidrográfica…….……....38
6.1.3. Ubicación Geográfica..…….……....38
6.2. Materiales…….……...……....39
6.2.1. Materiales de laboratorio……...……..……39

6.2.2. Materiales de Campo……...39
6.2.3. Materiales de Gabinete……..……39
6.2.4. Características del Lugar……..……...…...40
6.3. Metodología……..…….……....40
6.3.1. Diseño Estadístico……...……....41
6.3.2. Datos tomados…..……...……....41
6.3.2. Variables…...……..42
6.3.3. Indicadores……42
6.4. Procedimiento del análisis químico de agua de las muestras tomadas del CIP. Santo Tomas……..……...……..42
6.4.1. Análisis de Dureza, Calcio y Magnesio……..…….....43
6.4.2. Análisis de Sulfato.……...……...……....44
6.4.2. Análisis de Fosforo…..……46
6.4.3. Análisis de Nitrato…….……....47
6.4.4. Análisis de Hierro...…..……....49
VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES…..……...…….……52
7.1. Evaluación del análisis químico de agua del CIP. Santo Tomas……...……...52
7.1.1. Análisis de pH…….……52
7.1.2. Análisis de Conductividad Eléctrica (CE)…….54
7.1.3. Análisis de Solidos Totales Disueltos (TDS)……..…55
7.1.4. Análisis de Nitrato……...……57
7.1.5. Análisis de Hierro…….58
7.1.6. Análisis de Sulfato……60
7.1.7. Análisis de Fosforo…….……61
7.1.8. Análisis de Fosfato…….…63
7.1.9. Análisis de Calcio y Magnesio……...…64
7.1.10. Análisis de Sodio Estimado…….66
7.1.11. Análisis de RAS…….67

7.2. Implementación del laboratorio de suelos y aguas, con un kit colorimétrico para uso agrícola……..…68

7.2.1. Generalidades del colorímetro……..….68

7.2.2. Componentes del producto……..……69

7.2.3. Instalación del colorímetro……...……70

7.2.4. Interfaz del usuario y navegación……...72

7.2.5. Accesos del colorímetro……..……75

VIII. CONCLUSIONES…….……..…..……....76

IX. RECOMENDACIONES……..……..……..80

X. BIBLIOGRAFIA…….……..……81

XI. ANEXOS……...……83

1. Costos de producción…….84
2. Cronograma de actividades……..……85
3. Resultados de análisis de agua…….86
4. Fotografías……....87
5. Mapa de ubicación ……..…….91
6. Actas De Entrega Del Kit Colorimétrico……..……93
7. Facturas De La Compra Del Kit Colorimétrico……..……..94

INTRODUCCION

El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés), la superficie de nuestro planeta está constituido por tres cuartas partes de agua, es decir de un 71%. De este porcentaje el 96% están en océanos y mares, mientras que el resto denominado como “agua dulce”, por no tener concentraciones de sal.

El agua es uno de los elementos naturales que se encuentra en mayor cantidad en el planeta Tierra. El agua es esencial para que tanto los vegetales, animales, el ser humano y todas las formas de vida conocidas puedan existir. Es importante tener en cuenta que los organismos de todos los seres vivos están compuestos en una alta proporción por agua, siendo esta la que compone los músculos, órganos y los diferentes tejidos.

El agua es un compuesto químico natural abundante formado por moléculas de hidrógeno y oxígeno. Se trata de un compuesto inorgánico simple.

La calidad de agua de riego es importante en el rendimiento de los cultivos, incluso si todas las condiciones y prácticas de producción son óptimas, sino contamos con una buena calidad de agua se presentaran problemas en el desarrollo fenológico del cultivo.

El colorímetro portátil DR-900, es un equipo de fácil uso y de alta precisión, que nos permite realizar análisis químico de forma muy rápida para determinar las características químicas del agua de riego se refieren al contenido de minerales en el agua, así como a los parámetros de la CE / TDS (Conductividad Eléctrica /sólidos totales disueltos), RAS (Relación de Adsorción de Sodio), la alcalinidad y la dureza del agua, los cuales se pueden medir a través de un colorímetro.

LOS AUTORES

TITULO:

EVALUACION DEL ANALISIS QUIMICO DEL AGUA, POR METODO COLORIMETRICO EN EL CENTRO DE INVESTIGACION Y PRODUCCION SANTO TOMAS – UTEA ABANCAY.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación de las aguas puede ser de tipo física, química y microbiológica, siendo estas últimas las más peligrosas y difíciles de eliminar, cabe destacar que el agua de riego una vez contaminada se convierte en vehículo de contaminantes, transportando éstos a un área que pudiera estar libre de ellos; por otra parte, se debe tener presente que en general la población no tiene una clara conciencia de la importancia y las implicaciones de contar con agua de riego de buena calidad.

La contaminación física puede incluir desde partículas de suelo en suspensión, que acarrea el agua debido a la erosión hídrica causada por el arrastre de suelo de cerros o laderas adyacentes a los cauces, canales, hasta semillas de malezas y basuras vertidas a éstos. La contaminación física puede disminuir en forma apreciable construyendo en el canal de acceso al predio un decantador y trampas para semillas de malezas.

La contaminación química deriva del mal uso de agroquímicos, lavado de equipos de aplicación de pesticidas en los canales, hasta lixiviados o arrastre de nutrientes y residuos de pesticidas en el agua de riego, este tipo de contaminación es más difícil de eliminar y se necesitan análisis de laboratorio de mayor complejidad y costo para determinar qué producto o elemento químico causa el problema.

¿Cómo se determina el análisis químico del agua por método colorimétrico, de los parámetros de pH y contenidos de Nitratos, Sulfatos, carbonatos, fosfatos y cloruros, de esta manera suministrar agua de riego de calidad?

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar el análisis químico de agua por método colorimétrico en el Centro de Investigación Santo Tomas.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar el pH, de las fuentes de agua del Centro de Investigación y Producción Santo Tomas.
- Determinar los parámetros químicos de dureza, conductividad eléctrica (CE), relación de absorción de sonido (RAS), fosforo, fosfato, nitrato, sodio estimado, solidos totales disuelto (TDS), de las fuentes de agua del Centro de Investigación y Producción Santo Tomas.
- Implementar el laboratorio de suelos y aguas, con un kit colorimétrico al laboratorio de suelos y aguas del Laboratorio de suelos y aguas de la UTEA.

III. JUSTIFICACIÓN

La agricultura es una de las actividades en la que se utiliza grandes cantidades de agua debido a que el riego de los cultivos necesita cientos de litros de agua diariamente para que los cultivos se desarrollen y crezcan y sean un producto final de calidad de ahí es donde parte la importancia del agua en la agricultura.

En la práctica el clima, las condiciones físicas de los suelos, el tipo de agricultura predominante, el cultivo a sembrar y las características particulares de cada caso, son los parámetros que van a determinar la producción de los cultivos, por estas razones se considera que los criterios a usar para clasificar el agua de riego no pueden ser rígidos y se deben basar en las condiciones propias de cada caso.

Los parámetros a utilizar para la predicción del efecto potencial del agua, para crear condiciones en el suelo que pueden afectar el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos y que hagan necesario restringir su uso o la adopción de técnicas de manejos especiales para mantener producciones aceptables, están relacionados con las siguientes condiciones:

- Alcalinidad debida a la presencia de iones como bicarbonatos, calcio, magnesio y sodio.
- La concentración relativa de sodio (Na), en ocasiones de magnesio (Mg), con respecto a otros cationes. Cuando el contenido de calcio (Ca) es bajo, el contenido de Na y Mg reducen la velocidad de infiltración del agua en el suelo al causar dispersión de las partículas finas de arcilla, las cuales incluyen macro y micro poros trayendo como consecuencia un bajo suministro de agua disponible para las plantas.
- Algunos iones como sodio, magnesio, cloro, sulfato y elementos traza provenientes del agua de riego o presentes en el suelo, se pueden acumular y llegar a concentraciones que afectan los cultivos dependiendo del grado de tolerancia de los mismos a un ion dado.

- Las anteriores propiedades pueden inducir desbalances nutricionales y la consecuente reducción en cantidad y calidad de la cosecha, o también ocasionar daños y corrosión en el sistema de riego. Para cada uno de los criterios anteriores existen índices cuantitativos y determinaciones analíticas específicas que conducen a la necesidad de implementar diversos sistemas de tratamiento.

La implementación del laboratorio con un equipo de colorímetro modelo DR-900; ayudará al ahorro del tiempo en cada análisis realizado, evitando así las demoras en la entrega de resultados, así mismo este equipo es portátil, por lo que se podrá trasladar de un lugar a otro, para poder realizar mejor los muestreos insitu.

Este equipo posee una amplia gama de parámetros (90), con lo que el laboratorio análisis de suelos y aguas, podrá realizar más análisis de lo habitual, como son análisis químico de aguas de uso agrícola, industrial, residuales y potable, por ende tendrá más calidad y ofrecer este servicio a las instituciones y productores agrícolas de la región Apurímac.

IV. HIPOTESIS

Con el análisis químico del agua por método colorimétrico en el Centro de Investigación y Producción Santo Tomas, se conoce los resultados de pH, Nitratos, Sulfatos, carbonatos, fosfatos y cloruros, para determinar el agua de riego de calidad, que requieren los diferentes tipos de cultivos.

V. REVISION BIBLIOGRAFICA

5.1. CONSIDERACION GENERALES SOBRE EL AGUA

5.1.1. EL AGUA

ANA (2009). El agua es la principal fuente de vida, el ser humano no puede vivir sin agua en promedio más de 3 días, el 95% del embrión está formado por agua que al nacer queda con un 80%, es el solvente universal El planeta tierra está compuesto en un 72% de agua, de los cuales el 97.25 % es agua salada y solo un 2.755% de agua dulce, de agua en el - planeta tierra 72% es agua y 28% de tierra los cuales se encuentra en las siguientes:

- Glaciares : 74.9251%
- Agua subterránea : 24.5444%
- Lagos : 0.3230%
- Suelos húmedos : 0.1679%
- Atmosfera : 0.0336%
- Ríos : 0.0044%
- Biosfera : 0.0016%

El 70% de agua dulce que se extrae es para riego, esta contribuye a la seguridad alimentaria de las familias e incide directamente en el incremento de la producción, en la intensidad y extensión de cultivos.

5.1.2. USOS DE AGUA EN EL PERU

Según **López Figueroa P. (2001).** Estima que el consumo de agua en el Perú es aproximadamente de 20 072 m3/año, de los cuales el 80% se a empleado en actividades agrícolas, el 18% son usados en uso de Agua Potable – alcantarillado y usos industriales y el 2% se usa en la industria minera, el uso no consuntivo, que incluye la generación de energía eléctrica se estima en 11 139 m3/año.

a. **Uso Agrícola**.- El potencial de tierras es de 6 411 000 Ha, sin embargo solo 1 729 000 Ha son irrigadas, en la costa se riegan 1 080 000 Ha, pero solo 836 000 Ha son explotadas para propósitos comerciales.

   La sierra peruana tiene el 18% de las tierras agrícolas del Perú, con las dificultades de la topografía accidentada, la escasez del agua y el clima, en particular cuando las áreas se encuentran por encima de los 3500 msnm. La selva peruana tiene el 5% de las tierras agrícolas del Perú con las dificultades de contar con una capa delgada de suelo, que es fácilmente erosionable cuando son arados y el clima alto sobre todo en los pisos bajos. Las eficiencias promedio fluctúan en 35% y 40%.

b. **Uso Agua Potable Alcantarillado e Industrial.-** Los servicios de agua potable y alcantarillado son proporcionados por 45 empresas proveedoras de servicios (EPS) que han sido autorizadas por SUNASS, la

Superintendencia Nacional de Servicios Sanitarios. Estas empresas operan en 114 de las 194 provincias. Las provincias son subdivisiones de las regiones. En Lima Metropolitana, 86,9% de la población tiene acceso a servicios de agua potable y 69,5% está conectado a la red de alcantarillado. El gobierno peruano está construyendo una nueva planta de tratamiento de agua, aguas arriba de la existente, y está expandiendo el servicio a comunidades que no cuentan con el mismo. La meta era proporcionar completa cobertura del servicio de agua para el año 2011, con el fin de cumplir en parte con las Metas del Milenio.

c. **Uso Industrial.-** La mayor parte de las actividades industriales se llevan a cabo en Lima y algunas ciudades grandes ubicadas a lo largo de la costa del Perú. El consumo de agua en actividades industriales es de 1 103 mm3/año en la cuenca del Pacífico, 92% del uso total industrial. El uso industrial es de 49 mm3/año en la vertiente del Atlántico, que representa el 7% del total.

d. **Uso Minero.-** Perú es el principal productor de plata del mundo con 111,6 millones de onzas de mineral en el año 2006. También es el tercer productor de zinc, con una contribución del 12% de la producción total mundial, y el quinto productor de oro, pues produjo 203 268 kg en el año 2006. También está entre los 10 principales

productores de plomo, tungsteno, cadmio, bismuto, telurio, molibdeno y otros metales. Actualmente, las exportaciones mineras constituyen el 45,9% de las exportaciones.

El uso del agua en la industria minera ha crecido a medida que la producción mundial ha crecido, y la demanda de metales se encuentra en niveles sin precedentes. El orden de magnitud del consumo de agua en actividades mineras es de 206,8 Mm3/año, de los cuales 73% se consume en la cuenca del Pacífico y 26% en la cuenca del Atlántico. El restante 1% se usa en la cuenca del lago Titicaca.

e. **Generación de Energía.-** El potencial de generación de energía está directamente relacionado con la disponibilidad de recursos hídricos y la topografía del área que se ha considerado para desarrollo energético. En un proyecto la persistencia de los caudales y la diferencia de elevación entre el nivel del agua en la cámara de carga y el nivel de agua en la salida son componentes que permiten estimar la potencia bruta disponible.

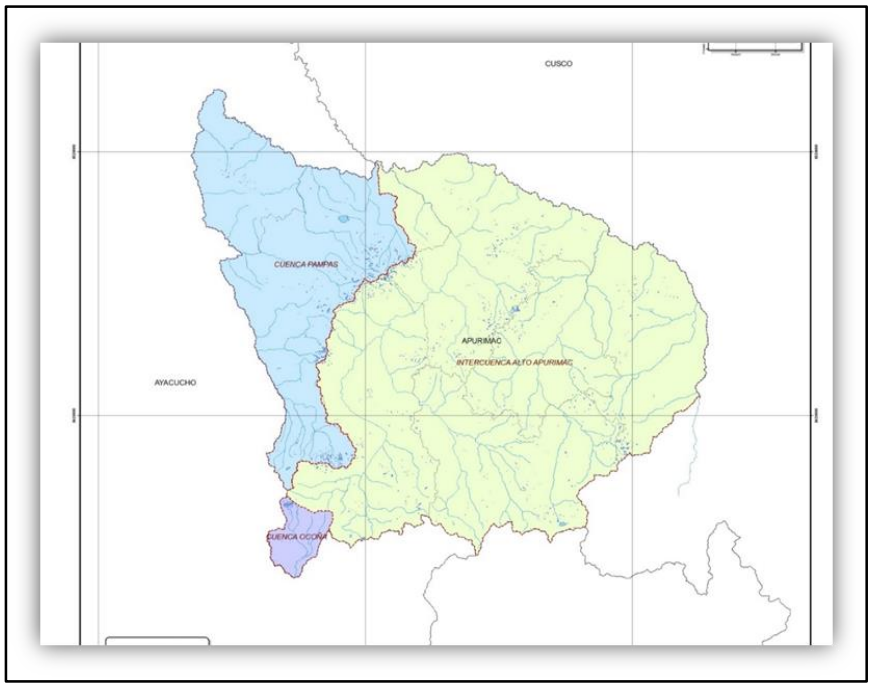
   En 1969 se empezó a desarrollar un estudio para evaluar el potencial para la generación de energía hidroeléctrica en el Perú que fue conducida por el Consorcio Lahmeyer–Salzgitter. Este estudio fue auspiciado por la ex República Federal Alemana a través de la Sociedad Alemana de

Cooperación (GTZ, por sus siglas en alemán), el Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo (IBRD) y el gobierno peruano. La evaluación consideró centrales hidroeléctricas que pudieran producir 20 MW o más. No se consideró estudiar lugares en la selva baja debido a la escasez de datos confiables de planos topográficos y de información hidrológica, a las condiciones geológicas desfavorables y a los efectos dañinos para el medio ambiente causados por la inundación de grandes áreas naturales.

5.1.3. DISPONIBILIDAD DE AGUA EN APURIMAC

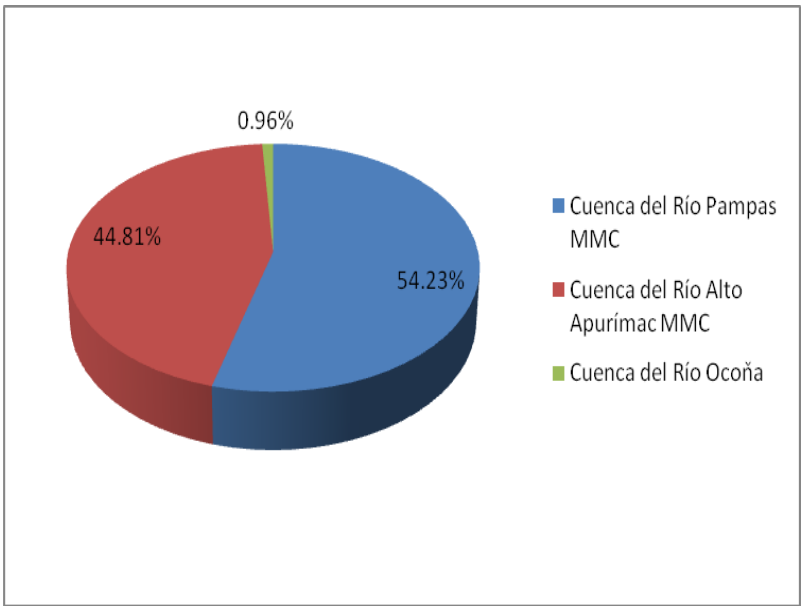
ANA (2009). (Autoridad Nacional del Agua) menciona que la demanda total de la Región Apurímac asciende a 458.91 mm3, siendo la demanda agrícola la más importante con 438.4 mm3, es decir el 95.53% del total. Para el 2030 se estima que la demanda de agua total en la región bajará a 374.86 mm3 y para el 2050 se estima que la demanda de agua total en la región ascenderá a 580.02 mm3. La mayor demanda de agua en la región Apurímac está dada en la Cuenca del Río Pampas con (54.23%), seguido por el Río Alto Apurímac con (44.81%) y en menor porcentaje la Cuenca del Río Bajo Ocoña con (0.96%) de la demanda.

FIGURA N°01:
Mapa de cuencas en Apurímac



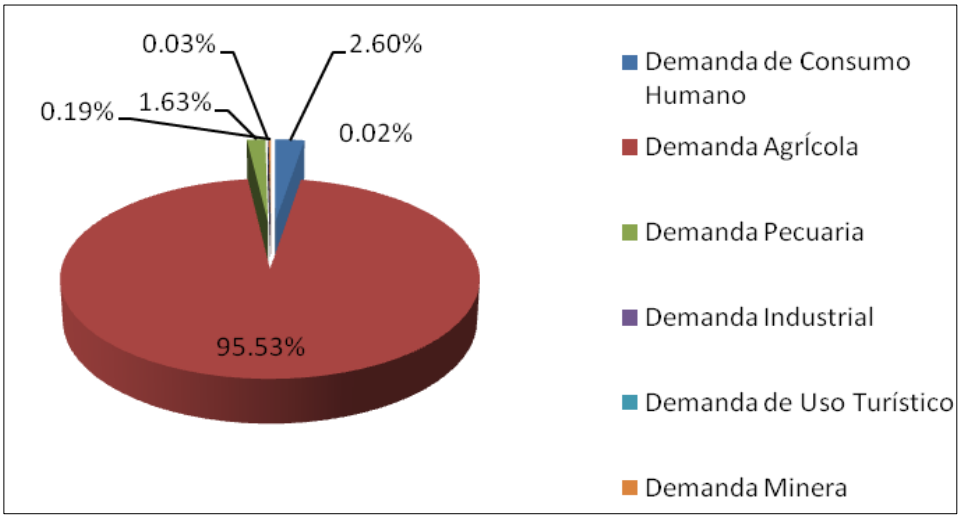
FUENTE: Zonificación económica ecológica (ZEE), Gobierno Regional de Apurímac (2009)

GRAFICO N° 01:
Resultados de la demanda actual total por cuencas hidrográficas en Apurímac



FUENTE: Zonificación económica ecológica (ZEE), Gobierno Regional de Apurímac (2009)

GRAFICO N°02:
Resultados de demanda actual regional por tipo de uso del recurso hídrico



FUENTE: Zonificación económica ecológica (ZEE), Gobierno Regional de Apurímac (2009)

CUADRO N° 01:
Demanda hídrica en Apurímac

Demanda	Parámetros	Indicadores
Demanda de consumo humano	Volumen y su distribución en el tiempo	• Poblacion total rural y urbana
	Volumen retornado al recurso hídrico	• Consumo per cápita rural o urbano
Demanda Agrícola	Calidad con la que retorna el recurso hídrico al sistema	• Uso consuntivo de los cultivos
	Eficiencia del sistema	• Demanda bruta de riego
	Garantía del suministro	• Demanda neta de riego
Demanda Pecuaria		• Poblacion pecuaria estandarizada
		• Uso consuntivo del ganado
Demanda uso industrial		• Número y tipo de industria
		• Fuente hídrica
		• Volumen usado para la producción industrial
Demanda de consumo humano	Volumen y su distribución en el tiempo	• Poblacion total rural y urbana
	Volumen retornado al recurso hídrico	• Consumo per cápita rural y urbano
Demanda Agrícola	Calidad con la que retorna el recurso hídrico al sistema	• Uso consuntivo de los cultivos

	Eficiencia del sistema	• Demanda bruta de riego
	Garantía del suministro	• Demanda neta de riego
Demanda Pecuaria		• Poblacion pecuaria estandarizada
		• Uso consuntivo del ganado
Demanda de uso industrial		• Número y tipo de industria
		• Fuente hídrica
		• Volumen usado para la producción industrial

FUENTE: Zonificación económica ecológica (ZEE), Gobierno Regional de Apurímac (2009).

CUADRO N°02:
Demanda de Instituciones públicas y privadas

Tipo de Demanda	Institución
Demanda de consumo humano	INEI, EMUSAP
Demanda agrícola	DRAG, SENAMHI, FAO
Demanda pecuaria	DRAG
Demanda turística	DIRCETUR, EMUSAP
Demanda minera, industrial	DIRCETUR, PRODUCE
Demanda ambiental	DREN, SENAMHI, Gob. Regional Apurimac
Demanda acuícola	PRODUCE

FUENTE: Zonificación económica ecológica (ZEE), Gobierno Regional de Apurímac (2009)

CUADRO N°03:
Demanda actual de agua en Apurímac

Demanda	Total mm^3	Porcentaje %
Demanda de Consumo Humano	11.938	2.60
Demanda Agrícola	438.4	95.53
Demanda Pecuaria	7.459	1.63
Demanda Industrial	0.136	0.03
Demanda de Uso Turístico	0.092	0.02
Demanda Minera	0.89	0.19

FUENTE: Zonificación económica ecológica (ZEE), Gobierno Regional de Apurímac (2009)

CUADRO N°04:
Demanda de agua en Apurímac a 30 años

Demanda	Total mm^3	Porcentaje %
Demanda de Consumo Humano	11.938	2.60
Demanda Agrícola	438.4	95.53
Demanda Pecuaria	7.459	1.63
Demanda Industrial	0.136	0.03
Demanda de Uso Turístico	0.092	0.02
Demanda Minera	0.89	0.19

FUENTE: Zonificación económica ecológica (ZEE), Gobierno Regional de Apurímac (2009)

CUADRO N°05:
Demanda de agua en Apurímac a 50 años

Demanda	Total (mm^3)	Porcentaje %
Demanda de Consumo Humano	14.3	2.47
Demanda Agrícola	538.97	92.92
Demanda Pecuaria	14.209	2.45
Demanda Industrial	0.322	0.06
Demanda de Uso Turístico	0.201	0.03
Demanda Minera	12.05	2.08

FUENTE: Zonificación económica ecológica (ZEE), Gobierno Regional de Apurímac (2009)

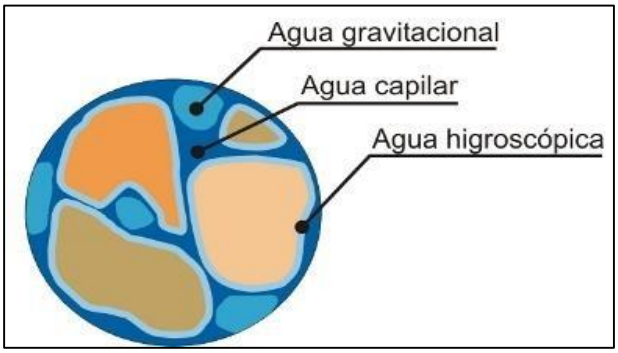
5.1.4. TIPOS DE AGUA EN EL SUELO

DE LA FUENTE I. (2009), que el agua en el suelo se halla en tres formas: gravitacional, capilar e higroscópica.

- **Agua gravitacional:** Es el agua que se introduce y fluye a través del suelo por efecto de las fuerzas gravitatorias.

- **Agua capilar:** Es el agua que se mantiene por tensión superficial sobre las superficies de las partículas y agregados del suelo, y rellenando huecos y poros capilares antipartículas. EL agua capilar engrosa la lámina de agua higroscópica a la que se une y rodea. Dentro de ella distinguimos el agua capilar absorbible y la no absorbible.
- **Agua capilar no absorbible.** Se introduce en los tubos capilares más pequeños <0.2 micras. Está fuertemente retenida y no es absorbible por las plantas; la fuerza de succión es de 31-15 atmósferas.
- **Agua capilar absorbible.** Es la que se encuentra en tubos capilares de 0.2-8 micras. Es un agua absorbible por las plantas. Es un agua útil para la vegetación, constituye la reserva durante los períodos secos. La fuerza de retención varía entre 15 a 1 atmósferas.
- **Agua higroscópica:** Es el agua se mantiene fuertemente adherida a las partículas por fuerzas de adhesión de origen molecular. Forma una lámina alrededor de las partículas, cuyo espesor es de unas decenas de moléculas de agua.

Figura N°02.
Tipos de Agua presente en el suelo



FUENTE: De la Fuente Silva, I. (2009)

5.1.5. COEFICIENTES HIDRICOS

HANSEN I. (1965). Indica que los valores más importantes que entran en juego en la relación suelo – agua – planta son:

a. Capacidad Máxima de Retención de agua: que ocurre cuando el suelo ha alcanzado su saturación total con todos sus poros llenos de agua.

b. Capacidad de Campo (c.c): es la máxima capacidad de agua que puede almacenar un suelo en condiciones de campo, contra la fuerza de gravedad. La mejor manera de determinar su valor en laboratorio es utilizando la olla de presión, sometiendo una muestra de suelo saturado a una tensión de 1/3 de atmosfera.

c. Punto de Marchitez Permanente (p.m.p): es el nivel de humedad que posee un suelo y que la planta no puede aprovecharla por lo que esta se marchita.

5.1.6. CALIDAD DE AGUA PARA IRRIGACIÓN

LEDESMA Z. (1997), menciona que el agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y

estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan y la seguridad de la nación.

LEON C. (2007), observa que la calidad de agua usada para irrigación es determinante para la producción y calidad en la agricultura, mantenimiento de la productividad del suelo de manera sostenible y protección del medio ambiente. Por ejemplo, las propiedades físico – químicas del suelo (estructura del suelo, estabilidad de los agregados) y permeabilidad son características del suelo muy susceptibles al tipo de iones intercambiables que provengan del agua de riego. La calidad del agua de regadío puede ser determinada mediante análisis de laboratorio. Los factores más importantes a tener en cuenta para determinar la validez del agua usada para los fines agrícolas específicos son los siguientes.

- pH
- Riesgo de salinidad
- Riesgo de sodio (Relación de absorción de sodio o RAS; en ingles se conoce con las siglas SAR)
- Riesgo de carbonato y bicarbonato en relación con el contenido en Ca y Mg
- Elementos traza
- Elementos tóxicos
- Nutrientes

- Cloro Libre

5.1.7. CARACTERISTICAS DE AGUA PARA RIEGO

AENOR (2009), indica que el éxito de la aplicación de nutrientes a través del riego presurizado depende mayormente de la calidad del agua de riego. Por ejemplo si el agua presenta alto pH, los niveles de calcio y magnesio pueden causar la precipitación del fósforo del fertilizante. Si el agua es alta en sales no será conveniente usarla en el riego ya que algunas fuentes de nitrógeno, tal como nitrato de amonio u otras, como cloruro de potasio, incrementan el contenido de sólidos totales disueltos en el agua de riego, produciendo daños irreversibles, principalmente a cultivos sensibles a la salinidad.

En la preparación de soluciones nutritivas para cultivos de hidroponía o semi hidroponía, es requisito indispensable conocer el contenido de sales y nutrientes del agua, para poder hacer ajustes de pH y tener el balance correcto de nutrientes.

a. CANTIDAD DE SALES TOTALES DISUELTAS

El contenido total de sales de una muestra de agua se reporta como Conductividad eléctrica (CE). Las unidades de medida son usualmente milimhos por centímetro (mmhos/cm) o en su equivalente milisiemen por centímetro (mS/cm). El agua químicamente pura no conduce electricidad, a diferencia del agua con sales.

Como un ejemplo la CE de un agua común es de 0.60 mmhos/cm, en cambio el agua de mar tiene aproximadamente 60 mmhos/cm.

Unidades más tangibles son las partes por millón (ppm) o kg de sal por cada 30 cm de lámina de agua aplicada por hectárea. La CE puede ser convertida a esta unidad como sigue (estimación):

CE x 640 = ppm y ppm x 3.05 = kg/ha/30 cm

Por ejemplo, una CE de 2.5 mmhos/cm es aproximadamente igual a 1600 ppm o 4,880 kg/ha/30 cm de agua aplicada.

Con este ejemplo, se puede comprender fácilmente como el agua de riego puede salinizar rápidamente el suelo.

Con razonables prácticas de riego, no debería haber problemas de salinidad con CE < 0.75. Los problemas aumentarán con CE entre 0.75 a 2.25. Aguas con CE mayores de 2.25 pueden tener problemas severos, excepto para algunos cultivos tolerantes a las sales.

b. TIPO DE SALES

1. RELACION DE ABSORCION DE SODIO (RAS)

Los 3 iones más abundantes son: calcio, magnesio y sodio combinados con aniones cloruro, sulfatos y bicarbonatos.

Elementos traza de hierro, manganeso, boro, nitrato, silicato, potasio, litio y fósforo, están usualmente presentes, pero contribuyen muy poco a la salinidad. Sin embargo hay que tener cuidado con la toxicidad de algunos iones, tal es el caso del boro, litio, sodio y cloruro.

El sodio y el ion cloruro pueden ser tóxicos para los cultivos, aunque en muchos casos, su efecto sobre la impermeabilidad al agua pueda llegar a ser más limitante antes de que estos manifiesten su efecto tóxico. Esto no se da para cultivos más sensibles como el aguacate.

El sodio afecta la estructura del suelo y la infiltración al agua. Sin embargo, la cantidad de sodio por si sola provee poca información acerca de la calidad del agua.

En la cual, Na^{+}, Ca^{++} y Mg^{++} representan las concentraciones en milequivalentes por litro (meq/l) de los tres iones.

La interpretación del RAS en relación a la infiltración del agua está basada en CE. Para un RAS dado, la infiltración del agua aumenta conforme la salinidad se incrementa. De ahí, que un RAS alto pueda ser tolerado conforme la salinidad del agua de riego aumenta. Contrariamente, bajo RAS del agua puede

ser peligroso en el suelo si la CE es baja. Por ejemplo, para un RAS del agua entre 12 a 20 se le considera "sin ninguna" restricción para su uso si la CE es > de 2.9 mmhos/cm; se le considera de restricción "ligera a moderada" si su CE es entre 2.9 a 1.3 mmhos/cm y se le considera de "severa" restricción si su CE es < 1.3 mmhos/cm.

Las sales y minerales disueltos en el agua de riego son dejadas en la solución del suelo y su concentración aumenta a medida que el agua se evapora o es absorbida por las plantas. Esto da como resultado una salinidad del suelo y una RAS comúnmente 1.5 a 3 veces más alta que el agua de riego (asumiendo que existe buen drenaje y lixiviación). Con pobre drenaje y poca lixiviación, esta proporción puede ser hasta 10 veces mayor.

En resumen, la calidad del agua de riego es determinada por la cantidad o concentración de sales disueltas y por la clase y tipo de éstas. La alta concentración de sales, impide la buena absorción de agua por las plantas, lo cual restringe su crecimiento. La peligrosidad del sodio se expresa mejor en relación al contenido de calcio más magnesio. Conforme el RAS se incrementa, la infiltración del agua disminuye niveles de calcio y magnesio. Si el magnesio y el

calcio son altos, estos atenúan el efecto dañino del sodio.

5.1.8. LA DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN EL SUELO

LOPEZ P. (2001). Argumenta que el suelo está formado por partículas, que a su vez pueden formar agregados. Entre estas partículas y los agregados se encuentran espacios que tienen agua y aire. Específicamente, el tamaño de las partículas y agregados influye de modo notable en los movimientos y las características del agua en el suelo, y por consiguiente, en el efecto que produce en la planta, dado que tanto el agua como el aire son elementos esenciales para el desarrollo de la planta.

No toda el agua en el suelo está disponible para los cultivos. Para que la planta pueda hacer uso del agua en el suelo, debe tener a su disposición suficiente cantidad de aire. Cuando el suelo se encuentra en su punto de saturación, la planta no puede hacer un buen uso del agua por falta de aire.

Por otro lado, el agua fijada a las partículas del suelo tampoco está a disposición de la planta.

Por consiguiente, el agua en el suelo, que está a disposición de la planta bajo condiciones óptimas, comprende la cantidad de agua bajo condiciones de capacidad de campo, menos la cantidad de agua fijada, cuando el suelo se encuentra en su punto de marchitez.

Agua disponible Agua en el suelo Agua fijada en para el cultivo, bajo condición de el suelo a punto capacidad de campo de marchitez. Esta cantidad representa el agua que la planta puede absorber eficientemente.

5.1.9. DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN EL SUELO

SILLONIS H. (2008), clasifica la distribución del agua en las siguientes:

a) **Agua capilar.** Agua que se mantiene en el suelo por encima del nivel freático debido a la capilaridad.

b) **Agua de adhesión.** Agua retenida en el suelo por atracción molecular, formando una película en las paredes de la roca o en las partículas del suelo.

c) **Agua de desborde.** Agua que se inyecta a través de una fisura en una capa de hielo.

d) **Agua de formación.** Agua retenida en los intersticios de una roca sedimentaria en la época en que ésta se formó.

e) **Agua de gravedad.** Agua en la zona no saturada que se mueve bajo la influencia de la fuerza de gravedad.

f) **Agua de suelo.** Agua que se encuentra en la zona superior del suelo o en la zona de aireación cerca de la superficie del terreno, de forma que puede ser cedida a la atmósfera por evapotranspiración.

g) **Agua disfórica.** Agua pobre en nutrientes y que contiene altas concentraciones de ácido húmico.

h) **Agua estancada.** Agua inmóvil en determinadas zonas

de un río, lago, estanque o acuífero.

i) **Agua fósil.** Agua infiltrada en un acuífero durante una antigua época geológica bajo condiciones climáticas y morfológicas diferentes de las actuales y almacenada desde entonces.

j) **Agua freática.** Agua subterránea que se presenta en la zona de saturación yque tiene una superficie libre.

k) **Agua funicular.** Agua presente en los mayores poros que rodea las partículas del suelo formando, en los puntos de contacto con dichas partículas, anillos que se fusionan entre ellos.

l) **Agua primitiva.** Agua proveniente del interior de la tierra, que no ha existido antes en forma de agua atmosférica o superficial.

m) **Agua magmática.** Agua impulsada hasta la superficie terrestre desde gran profundidad, por el movimiento ascendente de rocas ígneas intrusivas.

5.1.10. MUESTREO Y ANALISIS DE AGUA

Rodier J. (2011). Indica, que la calidad de agua para uso agrícola, plantea criterios muy amplios, partiendo de su concepto, dadas las condiciones actuales de deterioro de este recurso, se hace necesario un análisis de determinación de salinidad, dureza, sodicidad y toxicidad iónica especifica indudablemente son factores muy

importantes para juzgar sobre su uso, para lo cual se realizan los siguientes pasos para un análisis de agua.

a. TOMA DE MUESTRA

1. Características del recipiente: Preferentemente de plástico y de 1 litro de capacidad.
2. Características de la muestra:
    - Representativa
    - Relativamente reciente (no debe transcurrir más de una semana entre la toma y el análisis). Conservación en nevera a 4°C.
    - Debe ir perfectamente identificada, indicando: origen, localización, cultivo de destino, características de los suelos a regar.
3. Interpretación de los resultados: Para interpretar los resultados deben tenerse en cuenta de forma simultánea las características del agua, cultivo y suelo correspondiente.

A partir del CRS puede clasificarse el agua de la siguiente forma:

- Agua recomendable: CRS < 1.25.
- Agua poco recomendable: CRS entre 1.25 y 2.
- Agua no recomendable: CRS > 2.

Clasificación de las aguas de riego en función de los grados hidrotimétricos francesas.

CUADRO N°07:
Grados hidrométricos francés tipo de agua grados hidrotimétricos francés

TIPO DE AGUA	GRADOS HIDROTIMETRICOS FRANCES
Muy blanda	Menor de 7
Blanda	7 – 14
Semiblanda	14 – 22
Semidura	22 – 32
Dura	32 – 54
Muy dura	Más de 54

FUENTE: INFOAGRO.

b. PREPARACION DEL ANALISIS

1. Añadir a un vaso de precipitados de 50 ml de la solución extractora saturada de sulfato de calcio, usada para el procedimiento de extracción con sulfato de calcio.
2. Deslizar el interruptor, apagado / encendido, colocado en la parte superior del medidor de conductividad en posición encendido.
3. Retirar la tapa protectora del instrumento y sumergir el sensor del electrodo una pulgada bajo la superficie de la solución extractora de sulfato de calcio. Si es necesario calibrar el instrumento ajustando el tornillo de calibración colocado en la parte anterior del medidor, hasta obtener la lectura 2200us. La pantalla indicara 22 y un numero 100 pequeño en la esquina superior izquierda.

CUADRO N° 08:

Clasificación de las aguas según normas Riverside

TIPOS	CALIDAD Y NORMAS DE USO
C1	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas solo en suelos de muy baja permeabilidad.
C2	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas solo en suelos de muy baja permeabilidad.
C3	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas solo en suelos de muy baja permeabilidad.
C4	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas solo en suelos de muy baja permeabilidad.
C5	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas solo en suelos de muy baja permeabilidad.
C6	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas solo en suelos de muy baja permeabilidad.
TIPOS	**CALIDAD Y NORMAS DE USO**
S1	Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, puede presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.
S2	Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, puede presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.
S3	Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, puede presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.
S4	Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, puede presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.

FUENTE: Rodier Jean (2011).

CUADRO N°09:
Kit de Reactivos

DR 900 ON BOARD PARAMETERS	
Aluminum, Aluminon	Oxygen Demand, Chemical HR & HR+ Oxygen Demand, Chemical LR
Benzotriazole	Oxygen Demand, Chemical MnIII
Boron (BoroTrace)	
Bromine & AccuVac	Oxygen Scavengers, carbohydrazide (ug/l) Oxygen Scavengers, DEHA (ug/l)
Chloramine (mono) HR TNT	Oxygen Scavengers, hydroquinone (ug/l) Oxygen Scavengers, iso-ascorbic acid (ug/l)
Chloramine (mono) LR	Oxygen Scavengers, methylethyl ketoxime (ug/l)
Chlorine Dioxide, DPD & AV Chlorine Dioxide, MR Chlorine, Free & Total & AV Chlorine, Free & Total HR Chlorine, Free &	
Chlorine, Free & Total TNT	Oxygen, Dissolved HR, AV
	Oxygen, Dissolved LR, AV (ug/l)
	Ozone, HR, AV Ozone, LR, AV
Chromium, Hexavalent & AV	Ozone, MR, AV
Chromium, total	Ph
Color (units Pt-Co)APHA	Phosphonates
Copper, Bichinchoninate & AV	Phosphorus, Amino Acid
Copper, porphyrin (ug/l)	Phosphorus, Molybdovanadate (& AV) Phosphorus, Molybdovanadate TNT Phosphorus, Phosver 3 & AV
Cyanide	Phosphorus, LR Total & Acid Hydrolyzable TNT
Cyanuric acid	Phosphorus, Total HR TNT
Fluoride, SPADNS & AV	
Hardness, calcium	
Hardness, magnesium	
Hydrazine & AV (ug/l)	Silica, HR
Iron, Ferrous & AV	Silica, LR
Iron, total, Ferrover & AV Iron, total, FerroMo	Sulfate & AV
Iron, total, Ferrozine	Sulfide (ug/l)
Iron, total, TPTZ & AV	Surfactants
	Suspended Solids
Manganese, HR	Tannin & Lignin
Manganese, LR	TOC HR TOC LR
Molybdenum, LR ternary complex	TOC MR
Molybdenum, Molybdate, HR & AV	
Nickel, PAN	Tolyltriazole
Nitrate, TNT, chromotropic acid finish, HR Nitrate,N HR (& AV)	Toxicity
Nitrate,N LR	Turbidity
Nitrate,N MR (& AV)	Volatile Acids
	Zinc
Nitrite,N HR Nitrite,LR & AV	
Nitrite,TNT	Fast COD (China) 15-150 mg/L
	Fast COD (China) 100-1000 mg/L
Nitrogen, Ammonia, HR, TNT Nitrogen, Ammonia, LR, TNT Nitrogen, Ammonia, Salicylate Nitrogen, Total Inorganic TNT	
Nitrogen, Total Kjeldahl with Nessler finish	Barium in Frac Water Boron in Frac Water Iron in Frac Water
Nitrogen, Total, TNT HR Nitrogen, Total, TNT LR	Sulfate in Frac Water

Fuente: OMEGA PERU (2015)

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1. UBICACIÓN POLÍTICA, GEOGRÁFICA, HIDROGRÁFICA

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo, en el CIP. Santo Tomas de la Escuela Profesional de Agronomía, de la Universidad Tecnológica de los Andes. (Ver croquis, en el Anexo Nº 05)

6.1.1. Ubicación Política:

Región : Apurímac

Provincia : Abancay

Distrito : Pichirhua

Localidad : Pachachaca

Lugar : Fundo CIP. Santo Tomas

6.1.2. Ubicación Hidrográfica:

Cuenca : Apurímac

Sub- cuenca : Pachachaca

6.1.3. Ubicación Geográfica:

Altitud : 1850 msnm.

Latitud sur : 13º 39´ 43” Sur

Longitud oeste : 72º 56´ 32”

FUENTE: Lectura con un GPS.

6.2. MATERIALES

6.2.1. Materiales de Laboratorio

- ✓ Equipo colorimétrico
- ✓ Adaptador para transferencia de datos
- ✓ Software HACHLINK
- ✓ Estuche blando de nylon
- ✓ Estuche duro
- ✓ Adaptador de tubo COD/TNT de repuesto
- ✓ Pilas de repuesto, AA, paquete de 4.
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Pipetas
- ✓ Probetas, etc.
- ✓ Set de reactivos: Dureza, hierro, nitrato fosforo y sulfato)

6.2.2. Materiales de Campo

- ✓ Libreta de campo.
- ✓ Envases de plástico
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Estikers
- ✓ Lapiceros

6.2.3. Materiales de Gabinete

- ✓ Computadora.
- ✓ Impresora
- ✓ Papel bond A-4
- ✓ Memoria USB
- ✓ Lapiceros

- ✓ Calculadora.
- ✓ Regla
- ✓ Carpetas
- ✓ Software Informático

6.2.4. CARACTERISTICAS DEL LUGAR

a. TEMPERATURA

Temperatura mínima promedio: 15°C, temperatura máxima promedio: 35°C, temperatura promedio: 28°C, humedad relativa: 70%, pH promedio agua 8.2.

FUENTE: SENHAMI Cusco y Elaboración Propia.

b. CULTIVOS EXISTENTES

- ✓ Caña de azúcar.
- ✓ Alfalfa.
- ✓ Maíz.
- ✓ Yuca.
- ✓ Limón.
- ✓ Camote.

6.3. METODOLOGÍA

El procedimiento del trabajo de investigación es experimental de tipo descriptivo, tomando muestras de agua del Centro de Investigación y Producción Santo Tomas, para luego analizar en el laboratorio por el método colorimétrico.

6.3.1. Diseño Estadístico

No se aplicara un diseño estadístico, el trabajo de investigación es experimental de tipo descriptivo y además el análisis respectivo será mediante histogramas.

6.3.2. Datos tomados.

Se tomó muestras de agua de las vertientes siguientes**:**

CUADRO Nº 10:
Lugares de toma de muestras

VERTIENTE
1. Agua de riego/ proveniente del reservorio CIP Sto. Tomas
2. Agua de riego/ proveniente manante de Santo Tomas
3. Agua de riego/ proveniente Comunidad de Auquibamba
4. Agua de riego/ canal Quebrada Quillabamba

Fuente: Elaboración Propia

En laboratorio de análisis de suelo y agua (UTEA), se determinó lo siguiente:

a) Análisis de agua de riego pruebas de pH.
b) Análisis de agua de riego pruebas de conductividad eléctrica (C.E.)
c) Análisis de agua de riego pruebas de TDS.
d) Análisis de agua de riego pruebas de $N0_3$-N.
e) Análisis de agua de riego pruebas de hierro.
f) Análisis de agua de riego pruebas de sulfato.
g) Análisis de agua de riego pruebas de fosforo (P).
h) Análisis de agua de riego pruebas de $Ca^{+}Mg$.
i) Análisis de agua de riego pruebas de Na estimado.

Todos estos análisis se determinaron por método colorimétrico.

6.3.3. Variables

- ✓ **Variable independiente**

  Muestras de agua.

- ✓ **Variable dependiente**

  Método colorimétrico

6.3.4. Indicadores

- ✓ Método colorimétrico determinación de (pH, conductividad eléctrica, relación de absorción de sodio, fosforo, nitrato, hierro, dureza y sulfato) a través de:

6.4. PROCEDIMIENTO DEL ANALISIS QUIMICO DE AGUA DE LAS MUESTRAS TOMADAS DEL CIP. SANTO TOMAS

6.4.1. Análisis de Dureza, Calcio y Magnesio

a. Antes de empezar

- ❖ Instalar la tapa del instrumento en el soporte de la celda DR 900.
- ❖ Para los resultados de las pruebas de magnesio más precisos, mantenga la temperatura de la muestra entre 21-29 ° C (70-84 ° F).

b. Procedimiento

- ❖ Vierta 100 ml de muestra en una probeta de 100ml.
- ❖ Use un gotero 1,0 ml de añadir 1,0 ml de solución alcalina de calcio y magnesio de prueba.
- ❖ Poner el tapón en el cilindro de mezcla.
- ❖ Invertir el cilindro de mezcla varias veces para mezclar.

- Vierta 10 ml de la solución en cada una de las tres células de la muestra.
- Preparación en blanco: Añadir una gota de solución 1 ml de EDTA a la primera celda de muestra.
- Remolino para mezclar.
- Muestra de Magnesio: Añadir una gota de solución EGTA a la segunda celda de muestra.
- Remolino para mezclar.
- Limpiar la celda de la muestra en blanco.
- Insertar la muestra en blanco en el soporte de la celda.
- Presione ZERO. La pantalla muestra 0,00 mg/l $CaCO_3$.
- Limpiar la celda de muestra preparada.
- Muestra de Magnesio: Introducir la celda de magnesio preparada en el soporte celular.
- Empujar LEER. Los resultados muestran en mg/l de magnesio como carbonato de calcio. Este valor es la cantidad de magnesio en la muestra expresada como $CaCO_3$.
- El calcio de la muestra: Inserte la tercera celda de la muestra en el soporte celular.
- No retire la celda de muestra del instrumento. Grabar o seleccione Guardar para guardar los resultados de magnesio antes del siguiente paso.

- ❖ Empujar LEER. Los resultados muestran en mg/l de calcio como carbonato de calcio. Este valor es la cantidad de calcio en la muestra expresada como $CaCO_3$.

6.4.2. Análisis de Sulfato

a. Recogida y almacenamiento de muestras

- ❖ Recoger las muestras en botellas de vidrio o de plástico limpios.
- ❖ Para conservar las muestras para su posterior análisis, mantener las muestras en o por debajo de 6 ° C (43 ° F) durante un máximo de 28 días.
- ❖ Deje que el aumento de temperatura de la muestra a la temperatura ambiente antes del análisis.

b. Procedimiento

- ❖ Iniciar el programa
- ❖ Añadir el volumen de muestra que se especifica para la gama de prueba a una celda de muestra:
  - 2-70 mg/l: 10 ml
  - 20-700 mg/l: 1, 0 ml
  - 200-7,000 mg/l: 0,1 ml
- ❖ Utilice una pipeta de vidrio para medir 0,1 ml o 1,0 ml.
- ❖ Si el volumen de la muestra es de menos de 10 ml añadir agua desionizada a la línea 10 ml.
- ❖ Para el factor de dilución

- Establecer el factor de dilución
- Limpiar la pieza en bruto.
- Inserte la muestra en blanco en el soporte de la celda.
- Empuje CERO. La pantalla muestra 0 mg/l de SO_4
- Añadir el contenido de un SulfaVer 4 Reactivo bolsa de polvo a la celda de muestra.
- La muestra se consigue nublado si sulfato está presente en la muestra.
- Remolino de la celda de muestra para mezclar. polvo no disuelto no afectará a la precisión.
- Iniciar el temporizador instrumento. Un tiempo de reacción de 5 minutos comienza.
- No mueva la celda de la muestra durante el período de reacción.
- Limpiar la celda de muestra
- Limpiar la muestra preparada.
- A los cinco minutos después de que el tiempo se agota, inserte la muestra preparada en el soporte de la celda.
- Mostrar en mg/l SO_4.
- Inmediatamente después de cada prueba con jabón, agua y un cepillo.
- Establecer el factor de dilución

- Los instrumentos que tienen una opción de factor de dilución pueden incluir el factor de dilución en el resultado y mostrar la concentración de la muestra original, sin diluir. Por ejemplo, si la muestra se diluye por un factor de 10, el instrumento se multiplica el resultado por 10 y se muestra el resultado calculado en la pantalla del instrumento.

6.4.3. Análisis de Fosforo

1. **Antes de empezar**

   Instalar la tapa del instrumento en el soporte de la celda DR 900 antes de CERO o READ se empuja. Para obtener los mejores resultados, la temperatura de la muestra debe ser de 20-25 ° C (68-77 ° F).

2. **Procedimiento**

   - Iniciar el programa.
   - Para obtener información acerca de las células de la muestra, adaptadores o protectores de luz.
   - Preparar el espacio en blanco: Llenar una celda de muestra con 10 ml de agua desionizada.
   - Preparar la muestra: Llene una segunda celda de muestra con 10 ml de muestra.
   - Añadir 0,5 ml de reactivo vanadomolíbdico a cada célula.
   - Remolino para mezclar.

- ❖ Iniciar el temporizador del instrumento. Un tiempo de reacción 7 minutos comienza.
- ❖ Si la concentración de la muestra es mayor que 30 mg/l
- ❖ Cuando el tiempo se agota, limpiar la cámara de la muestra en blanco.
- ❖ Inserte el blanco en el soporte de la celda.
- ❖ Leer exactamente en 7 minutos o hacen un 1:1 dilución de la muestra y repetir la prueba.
- ❖ Empuje CERO.
- ❖ La pantalla muestra 0,0 mg/l PO_4.
- ❖ Limpiar la celda de muestra preparada.
- ❖ Insertar la muestra preparada en el soporte celular.

6.4.4. Análisis de Nitrato

a. Antes de empezar

- ❖ Instalar la tapa del instrumento en el soporte de la celda DR 900 antes de CERO o READ se empuja.
- ❖ Para obtener los mejores resultados, la temperatura de la muestra debe ser de 20-25 ° C (68-77 ° F).

b. Procedimiento

- ❖ Iniciar el programa 355 N, Nitrato.
- ❖ Preparar la muestra: Llenar una celda de muestra con 10 ml de muestra.
- ❖ Añadir el contenido de un NitraVer 5 Nitrato Reactivo bolsa de polvo. Poner el tapón en la celda de muestra.

- Poner en marcha el temporizador instrumento. Un tiempo de reacción de 1 minuto se inicia.
- Poner el tapón en la celda de muestra.
- Agitar vigorosamente hasta que la célula que finaliza el temporizador. Un poco de polvo puede no disolverse. polvo no disuelto no afectará a los resultados.
- Iniciar el temporizador instrumento.
- Un tiempo de reacción de 5 minutos comienza. Un color ámbar indica si el nitrato está presente.
- Preparar el espacio en blanco: Cuando el segundo tiempo se agota, llenar una segunda celda de muestra con 10 ml de muestra.
- Limpiar la celda de la muestra en blanco.
- Inserte el blanco en el soporte de la celda.
- Presione ZERO. La pantalla muestra 0,0 mg/l de NO_3.
- Limpiar la celda de muestra preparada.
- Dentro de 1 minuto después de que expire el temporizador, inserte la muestra preparada en el soporte celular.
- Empuje LEER. Los resultados muestran en mg/l de NO_3.

6.4.5. Análisis de Hierro

a. Antes de empezar

- Instalar la tapa del instrumento en el soporte de la celda DR 900 antes de CERO o READ se empuja.
- El reactivo en este procedimiento de ensayo convierte hierro todos los solubles y formas más insolubles de hierro en la muestra a hierro ferroso soluble para la medición.

b. Recogida y almacenamiento de muestras

- Recoger las muestras en botellas de vidrio o de plástico limpios.
- Para medir el hierro disuelto solamente, filtrar la muestra inmediatamente después de la recolección y antes de la acidificación.
- Para preservar muestras para su análisis posterior, ajustar el pH de la muestra a menos de 2 con ácido nítrico concentrado (aproximadamente 2 ml por litro).
- Mantener las muestras conservadas a temperatura ambiente durante un máximo de 6 meses.
- Antes del análisis, ajustar el pH a 3.5 con una solución estándar de 5,0 N de hidróxido de sodio.
- Corregir el resultado de la prueba para la dilución de las adiciones de volumen.

c. Procedimiento

- Iniciar el programa 265 de Hierro, FerroVer.

- Preparar la muestra: Llenar una celda de muestra con 10 ml de muestra.
- Añadir el reactivo de hierro FerroVer bolsa de polvo a la celda de muestra.
- Remolino de la celda de muestra para mezclar. polvo no disuelto no afectará a la precisión.
- Iniciar el temporizador instrumento.
- Un tiempo de reacción 3 minutos comienza. Un color anaranjado mostrará si el hierro está presente. Deje que las muestras que contienen óxido reaccionan para 5 minutos o más.
- Preparar el espacio en blanco: Llene una segunda celda de muestra con 10 ml de muestra.
- Limpiar la pieza en bruto. 8. Cuando el tiempo se agota, inserte el blanco en el soporte de la celda.
- Empuje CERO. La pantalla muestra 0,00 mg/l de Fe.
- Limpiar la muestra preparada.
- Insertar la muestra preparada en el soporte celular.
- LEER. Los resultados muestran en mg/l de Fe.

d. Procedimiento AccuVac

- Iniciar el programa 267 de Hierro, FerroVer AV.
- Preparar el espacio en blanco: Llenar la celda de muestra con 10 ml de muestra.
- Preparar la muestra: Recoge al menos 40 ml de muestra en un vaso de precipitados de 50 ml. Llene la

ampolla AccuVac con la muestra. Mantenga la punta sumergida mientras que la ampolla llena por completo.

- Invierta rápidamente la ampolla varias veces para mezclar.
- Polvo no disuelto no afectará a la precisión.
- Iniciar el temporizador instrumento. Un tiempo de reacción 3 minutos comienza.
- Un color anaranjado mostrará si el hierro está presente. Deje que las muestras que contienen óxido reaccionan para 5 minutos o más.
- Limpiar el espacio en blanco.
- Cuando el temporizador expira, inserte el blanco en el soporte de la celda.
- Empuje CERO. La pantalla muestra 0,00 mg/l de Fe.
- Limpiar el AccuVac Ampolla.
- Insertar la muestra preparada ampolla AccuVac en el soporte celular.
- Empuje LEER.
- Los resultados muestran en mg/l de Fe. Interferir Nivel de interferencia de sustancias.
- Cobre Cu + 2 Sin efecto. Agente enmascarante está contenida en FerroVer Reactivo.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

7.3. EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUA DE RIEGO DEL CIP. SANTO TOMAS.

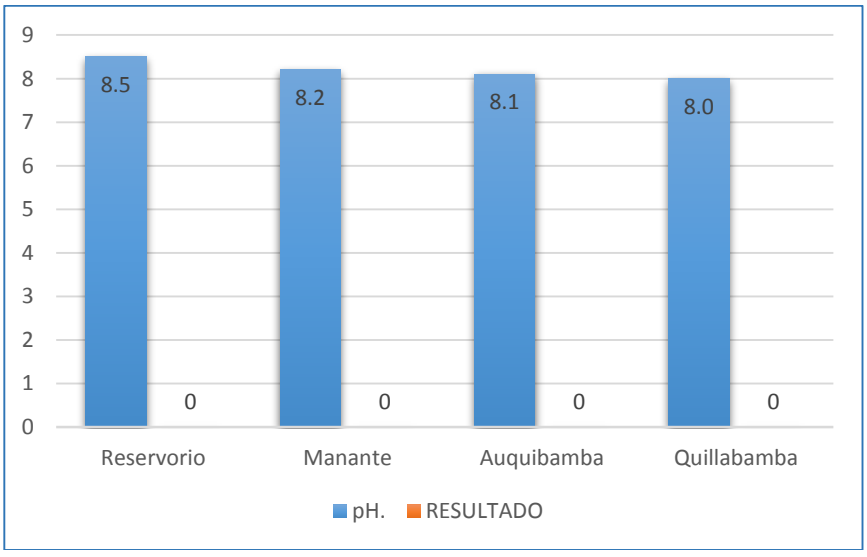
7.3.1. ANÁLISIS DE pH.

CUADRO N° 11.
Análisis de agua de riego pruebas de pH.

N°	VERTIENTE	PRUEBA	RESULTADOS	GRADO DE RESTRICCION
1	Agua de riego del reservorio CIP Sto. Tomas	pH	8.5	Fuertemente Alcalino
2	Agua de riego/ proveniente manante de Santo Tomas	pH	8.2	Moderadamente Alcalino
3	Agua de riego/ proveniente comunidad de Auquibamba	pH	8.1	Moderadamente Alcalino
4	Agua de riego/ canal/quebrada Quillabamba	pH	8.0	Moderadamente Alcalino

FUENTE: Elaboración Propia

GRAFICO N° 03:
Resultado de análisis de pH de las vertientes del CIP. Santo Tomas



FUENTE: Elaboración Propia.

El cuadro Nº 11 y grafico N° 03, nos muestran los resultados de la prueba de pH o alcalinidad, de 04 muestras de agua, teniendo así que la muestra de agua que se tomó del reservorio del CIP. Santo Tomas nos da como resultado más alto con un pH de 8.5 Fuertemente Alcalino, de acuerdo a la calidad de agua este resultado es el parámetro más alto de lo permitido para uso de riego, el cual estaría dando como resultado algunos problemas en el rendimiento de los cultivos instalados en el CIP. Santo Tomas, debido a la presión osmótica, en razón que esta agua es la que se usa en el riego de los cultivos instalados en el CIP.

Mientras que la muestra tomada de la vertiente de la Quebrada de Quillabamba nos arroja un pH de 8.0 Moderadamente Alcalino, siendo así el agua con pH más bajo o menos alcalino de las 04 muestras tomadas para el presente trabajo de investigación. Un agua con un pH > 8.5 podría indicar que el agua alcalina, puede presentar problemas de incrustaciones por dureza, aunque no representa un riesgo para la salud, pero puede causar problemas.

7.3.2. ANÁLISIS DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (CE)

CUADRO N° 12:

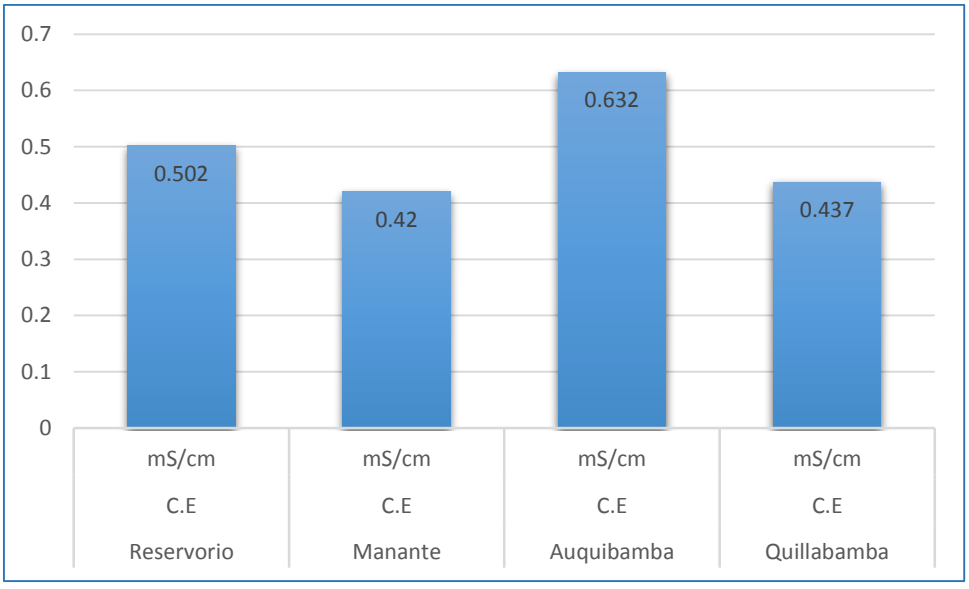
Análisis de agua de riego pruebas de Conductividad Eléctrica (C.E.)

N°	VERTIENTE	PRUEBAS	UNIDAD	RESULTADOS	GRADO DE RESTRICCION
1	Agua de riego del reservorio CIP Sto. Tomas	C.E	mS/cm	0.502	Sin problemas
2	Agua de riego/ proveniente manante de Santo Tomas	C.E	mS/cm	0.420	Sin problemas
3	Agua de riego/ proveniente comunidad de Auquibamba	C.E	mS/cm	0.632	Sin problemas
4	Agua de riego/ canal/Quebrada Quillabamba	C.E	mS/cm	0.437	Sin problemas

FUENTE: Elaboración Propia

GRAFICO N° 04:

Resultado de análisis de C.E. de las vertientes del CIP. Santo Tomas



FUENTE: Elaboración Propia

El cuadro Nº 12 y el Grafico N° 04, nos muestran los resultados de la prueba de conductividad eléctrica (C.E), de las 04 muestras de

agua, teniendo así que la muestra de agua proveniente de la Comunidad de Auquibamba nos da como resultado más alto de los valores de C.E de 0.632 mS/cm, con un grado de restricción sin problemas. Mientras que la muestra tomada del manante del CIP. Santo Tomas nos da como resultado de C.E de 0.420 mS/cm, de la misma forma con un grado de restricción sin problema, siendo este el resultado más bajo de las 04 muestras tomadas para el presente trabajo de investigación.

De las 04 muestras tomadas y los resultados obtenidos, de acuerdo al riesgo de salinidad es bajo, en razón que son parámetros < a 0.80 mS/cm.

El agua de alta pureza que en el caso ideal contiene solo H_2O sin sales o minerales tiene una conductividad eléctrica muy baja.

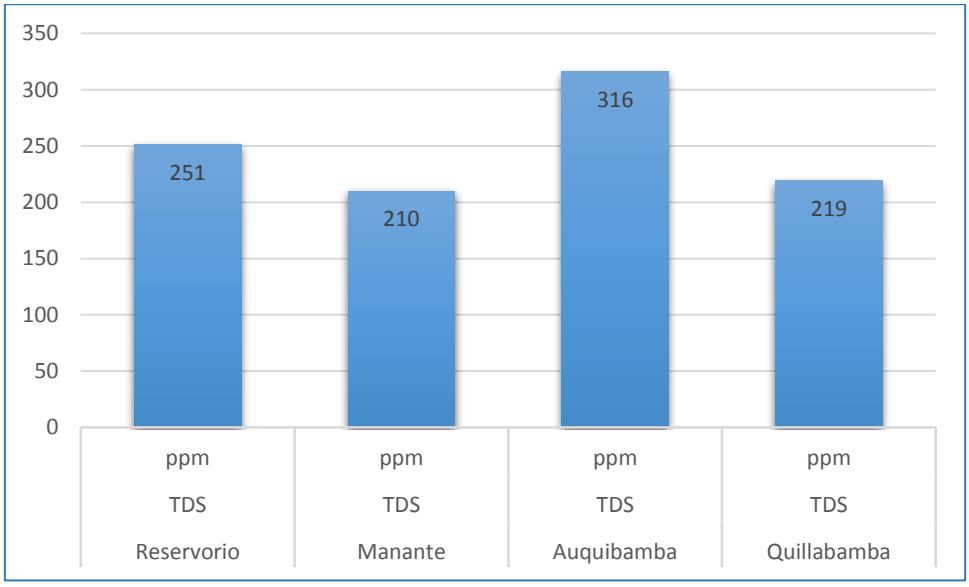
7.3.3. ANÁLISIS DE SOLIDOS TOTALES DISUELTOS (TDS)

CUADRO N° 13:
Análisis de agua de riego pruebas de TDS

N°	VERTIENTE	PRUEBAS	UNIDAD	RESULTADOS	GRADO DE RESTRICCION
1	Agua de riego del reservorio CIP Sto. Tomas	TDS	ppm	251	Sin problemas
2	Agua de riego/ proveniente manante de Santo Tomas	TDS	ppm	210	Sin problemas
3	Agua de riego/ proveniente comunidad de Auquibamba	TDS	ppm	316	Sin problemas
4	Agua de riego/ canal/Quebrada Quillabamba	TDS	ppm	219	Sin problemas

FUENTE: Elaboración Propia

GRAFICO N° 05:
Resultado de análisis de TDS de las vertientes del CIP. Santo Tomas



FUENTE: Elaboración Propia

El cuadro Nº 13 y grafico N° 05, nos muestran los resultados de la prueba de Solidos Totales Disueltos (TDS), de las 04 muestras de agua, teniendo así que la muestra de agua de la vertiente de la Comunidad de Auquibamba nos da como resultado más alto de valor de TDS de 316 ppm, teniendo un grado de restricción sin problemas. Mientras que la muestra tomada del manante del CIP. Santo Tomas nos da un resultado de TDS de 210 ppm, de la misma manera con un grado de restricción sin problema, siendo este el resultado más bajo de las 04 muestras tomadas para el presente trabajo de investigación.

De las 04 resultados obtenidos de las muestras tomadas, de acuerdo al riesgo de salinidad es bajo, en razón que son parámetros < 500 ppm. Teniendo así las aguas del CIP. Santo Tomas con un bajo riesgo de salinidad. La mayoría de los sólidos

que permanecen en el agua tras una filtración de arena, son iones disueltos.

7.3.4. ANÁLISIS DE NITRATO

CUADRO N° 14:

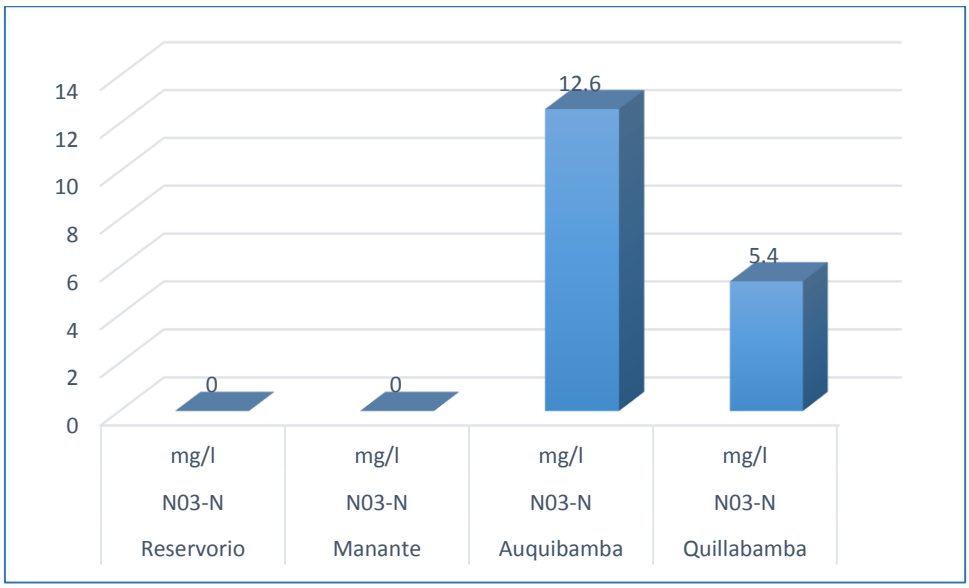
Análisis de agua de riego pruebas de $N0_3$-N

N°	VERTIENTE	PRUEBAS	UNIDAD	RESULTADOS	GRADO DE RESTRICCION
1	Agua de riego del reservorio CIP Sto. Tomas	$N0_3$-N	mg/L	0	Sin problemas
2	Agua de riego/ proveniente manante de Santo Tomas	$N0_3$-N	mg/L	0	Sin problemas
3	Agua de riego/ proveniente comunidad de Auquibamba	$N0_3$-N	mg/L	12.6	Sin problemas
4	Agua de riego/ canal/Quebrada Quillabamba	$N0_3$-N	mg/L	5.4	Sin problemas

FUENTE: Elaboración Propia

GRAFICO N° 06:

Resultado de análisis de nitratos de las vertientes del CIP. Santo Tomas



FUENTE: Elaboración Propia

El cuadro Nº 14 y grafico N° 06, nos muestran los resultados de la prueba de Nitrato ($N0_3$-N), de 04 muestras de agua, teniendo así que la muestras de agua del reservorio y del manante del CIP. Santo Tomas, no contienen nada de nitrato, mientras que la muestra tomada de la vertiente proveniente de la comunidad de Auquibamba contiene 12.6 mg/l de NO_3-N y la vertiente proveniente de la quebrada de Quillabamba contiene 5.4 mg/l de NO_3-N, con un grado de restricción sin problema.

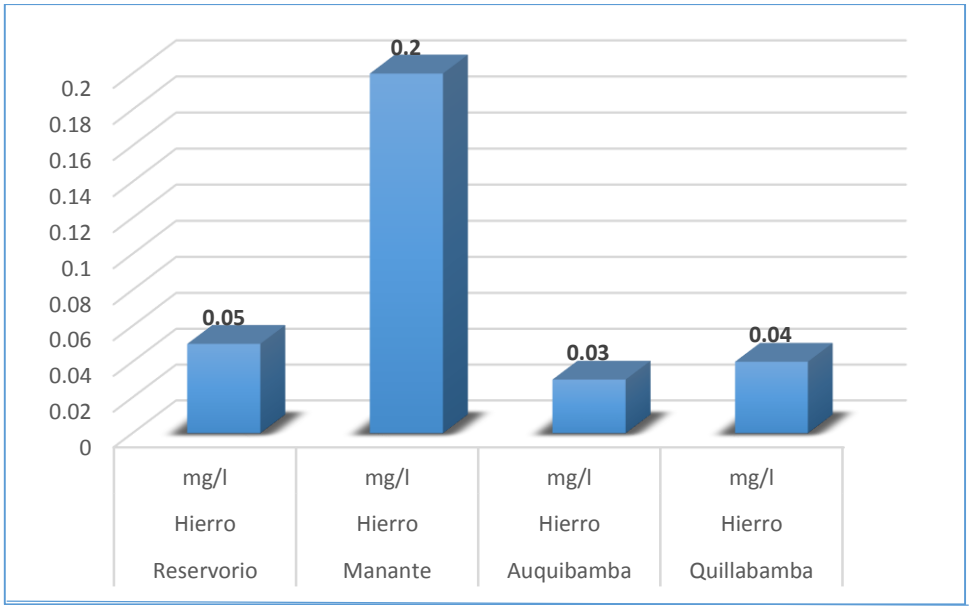
7.3.5. ANÁLISIS DE HIERRO

CUADRO N° 15:
Análisis de agua de riego pruebas de hierro

N°	VERTIENTE	PRUEBAS	UNIDAD	RESULTADOS	GRADO DE RESTRICCION
1	Agua de riego del reservorio CIP Sto. Tomas	Hierro	mg/l	0.05	Sin problemas
2	Agua de riego/ proveniente manante de Santo Tomas	Hierro	mg/l	0.20	Sin problemas
3	Agua de riego/ proveniente comunidad de Auquibamba	Hierro	mg/l	0.03	Sin problemas
4	Agua de riego/ canal/Quebrada Quillabamba	Hierro	mg/l	0.04	Sin problemas

FUENTE: Elaboración Propia

GRAFICO N° 07:
Resultado de análisis de hierro de las vertientes del CIP. Santo Tomas



FUENTE: Elaboración Propia

El cuadro Nº 15 y grafico N° 07, nos muestran los resultados de la prueba de Hierro (Fe), de 04 muestras de agua, teniendo así que la muestra de agua tomada del manante de Santo Tomas nos da como resultado más alto de los valores de Hierro de 0.20 mg/l, teniendo un grado de restricción sin problemas. Mientras que la muestra tomada de la vertiente proveniente de la Comunidad de Auquibamba, nos da como resultado de 0.03 mg/l de Hierro, de la misma manera con un grado de restricción sin problema, siendo este el resultado más de las 04 muestras tomadas para el presente trabajo de investigación.

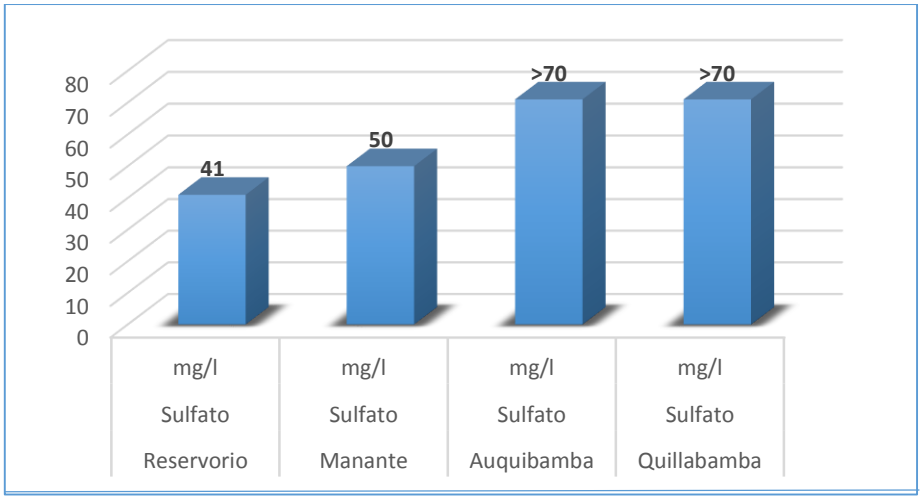
7.3.6. ANÁLISIS DE SULFATO

CUADRO N° 16:
Análisis de agua de riego pruebas de sulfato

N°	VERTIENTE	PRUEBAS	UNIDAD	RESULTADOS	GRADO DE RESTRICCION
1	Agua de riego del reservorio CIP Sto. Tomas	Sulfato	mg/l	41	Sin problemas
2	Agua de riego/ proveniente manante de Santo Tomas	Sulfato	mg/l	50	Sin problemas
3	Agua de riego/ proveniente comunidad de Auquibamba	Sulfato	mg/l	>70	Sin problemas
4	Agua de riego/ canal/Quebrada Quillabamba	Sulfato	mg/l	>70	Sin problemas

FUENTE: Elaboración Propia

GRAFICO N° 08:
Resultado de análisis de sulfato de las vertientes del CIP. Santo Tomas



FUENTE: Elaboración Propia

El cuadro Nº 16 y grafico N° 08, nos muestran los resultados de la prueba de Sulfato (mg/l), de 04 muestras de agua, teniendo así que las muestras de agua que de la vertientes provenientes de la

Comunidad de Auquibamba y de la quebrada de Quillabamba, nos da como resultado más alto de >70 mg/l de Sulfato, con un grado de restricción sin problemas. Mientras que la muestra tomada del reservorio del CIP. Santo Tomas nos da como resultado de 41 mg/l de Sulfato, de la misma forma con un grado de restricción sin problema, siendo este el resultado más de las 04 muestras tomadas para el presente trabajo de investigación.

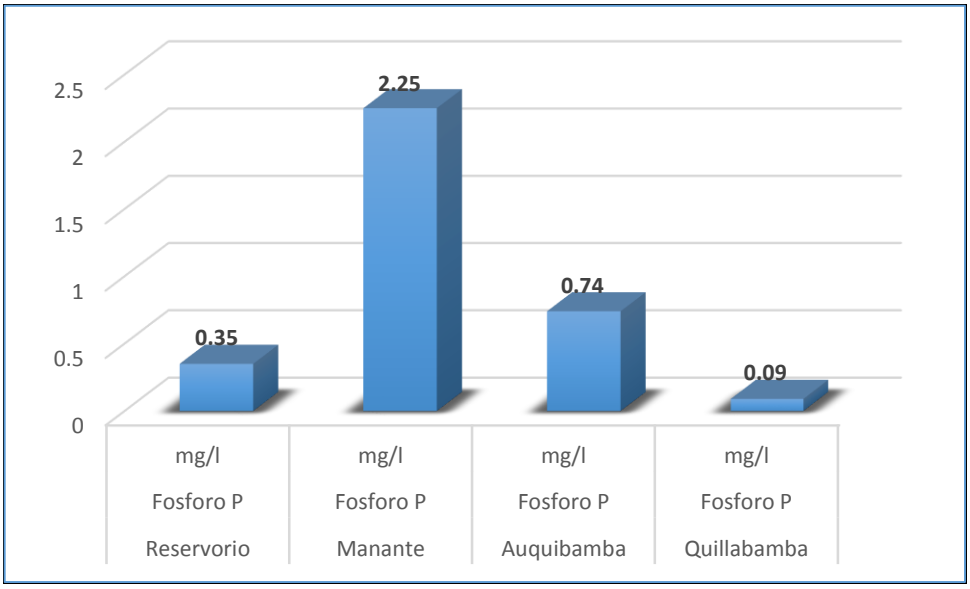
7.3.7. ANÁLISIS DE FOSFORO

CUADRO N° 17:
Análisis de agua de riego pruebas de fosforo (P)

N°	VERTIENTE	PRUEBAS	UNIDAD	RESULTADOS	GRADO DE RESTRICCION
1	Agua de riego del reservorio CIP Sto. Tomas	Fosforo P	mg/l	0.35	Sin problemas
2	Agua de riego/ proveniente manante de Santo Tomas	Fosforo P	mg/l	2.25	Sin problemas
3	Agua de riego/ proveniente comunidad de Auquibamba	Fosforo P	mg/l	0.74	Sin problemas
4	Agua de riego/ canal/Quebrada Quillabamba	Fosforo P	mg/l	0.09	Sin problemas

FUENTE: Elaboración Propia

GRAFICO N° 09:
Resultado de análisis de fosforo (P) de las vertientes del CIP. Santo Tomas



FUENTE: Elaboración Propia

El cuadro Nº 17 y grafico N° 09, nos muestran los resultados de la prueba de Fosforo (P), de 04 muestras de agua, teniendo así que la muestra de agua del manante del Cip. Santo Tomas nos da como resultado el más alto de los valores de Fosforo (P) 2.25 mg/l, teniendo un grado de restricción sin problemas. Mientras que la muestra tomada de la vertiente proveniente de la Quebrada de Quillabamba nos da como resultado de P de 0.09 mg/l, de la misma manera con un grado de restricción sin problema, siendo este el resultado más de las 04 muestras tomadas para el presente trabajo de investigación.

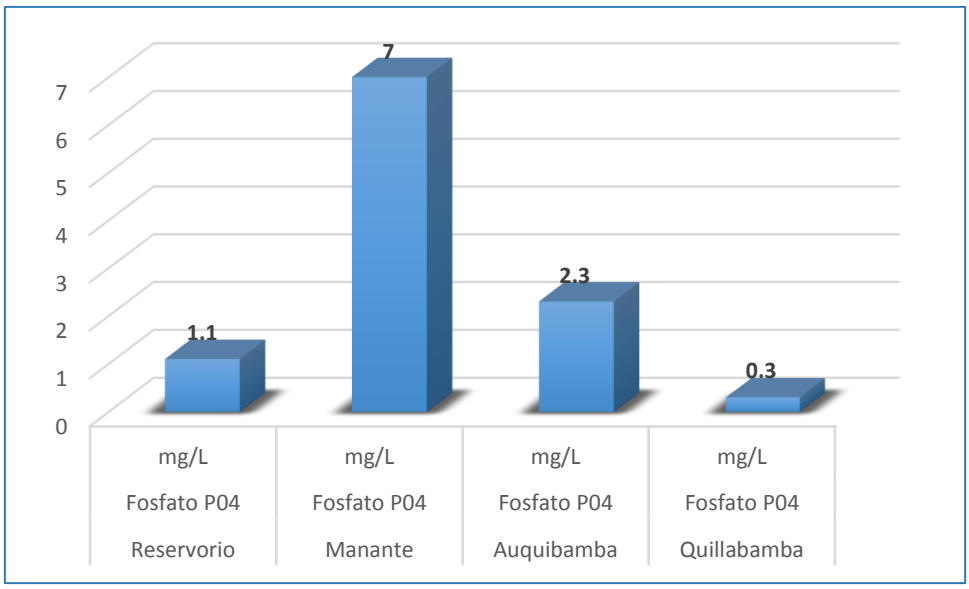
7.3.8. ANÁLISIS DE FOSFATO

CUADRO N° 18:
Análisis de agua de riego pruebas de fosfato ($P0_4$)

N°	VERTIENTE	PRUEBAS	UNIDAD	RESULTADOS	GRADO DE RESTRICCION
1	Agua de riego del reservorio CIP Sto. Tomas	Fosfato $P0_4$	mg/l	1.1	Sin problemas
2	Agua de riego/ proveniente manante de Santo Tomas	Fosfato $P0_4$	mg/l	7.0	Sin problemas
3	Agua de riego/ proveniente comunidad de Auquibamba	Fosfato $P0_4$	mg/l	2.3	Sin problemas
4	Agua de riego/ canal/Quebrada Quillabamba	Fosfato $P0_4$	mg/l	0.3	Sin problemas

FUENTE: Elaboración Propia

GRAFICO N° 10:
Resultado de análisis de fosfato (PO_4) vertientes del CIP. Santo Tomas



FUENTE: Elaboración Propia

El cuadro Nº 18 y grafico N° 10, nos muestran los resultados de la prueba de Fosfato ($P0_4$), de 04 muestras de agua, teniendo así que la muestra de agua del manante del CIP. Santo Tomas nos

da como resultado el más alto de los valores de Fosfato ($P0_4$) 7.0 mg/l, teniendo un grado de restricción sin problemas. Mientras que la muestra tomada de la vertiente proveniente de la Quebrada de Quillabamba nos da como resultado de fosfato ($P0_4$) de 0.3 mg/l, de la misma manera con un grado de restricción sin problema, siendo este el resultado más de las 04 muestras tomadas para el presente trabajo de investigación.

7.3.9. ANÁLISIS DE CALCIO Y MAGNESIO

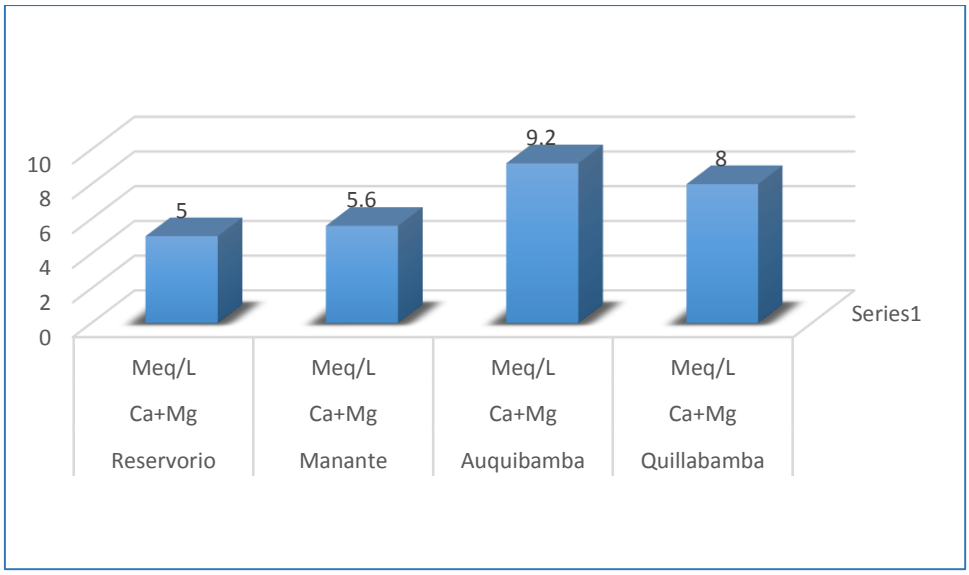
CUADRO N° 19:
Análisis de agua de riego pruebas de $Ca^{+}Mg$**.**

N°	VERTIENTE	PRUEBAS	UNIDAD	RESULTADOS	GRADO DE RESTRICCION
1	Agua de riego de reservorio CIP Sto. Tomas	$Ca^{+}Mg$	Meq/L	5.0	Sin problemas
2	Agua de riego/ proveniente manante de Santo Tomas	$Ca^{+}Mg$	Meq/L	5.6	Sin problemas
3	Agua de riego/ proveniente comunidad de Auquibamba	$Ca^{+}Mg$	Meq/L	9.2	Sin problemas
4	Agua de riego/ canal/Quebrada Quillabamba	$Ca^{+}Mg$	Meq/L	8.0	Sin problemas

FUENTE: Elaboración Propia

GRAFICO N° 11:

Resultado de análisis de Ca+ Mg de las vertientes del CIP. Santo Tomas



FUENTE: Elaboración Propia

El cuadro Nº 19 y grafico N° 11, nos muestran los resultados de la prueba de Calcio Magnesio ($Ca^{+}Mg$), de 04 muestras de agua, teniendo así que la muestra de agua que de la vertiente de la Comunidad de Auquibamba nos da como resultado más alto de valores de Calcio Magnesio ($Ca^{+}Mg$) de 9.2 Meq/l, teniendo un grado de restricción sin problemas. Mientras que la muestra tomada del reservorio del CIP. Santo Tomas nos da como resultado de Calcio Magnesio ($Ca^{+}Mg$) de 5.0 Meq/l, de la misma manera con un grado de restricción sin problema, siendo este el resultado más de las 04 muestras tomadas para el presente trabajo de investigación.

7.3.10. ANÁLISIS DE SODIO ESTIMADO

CUADRO N° 20:

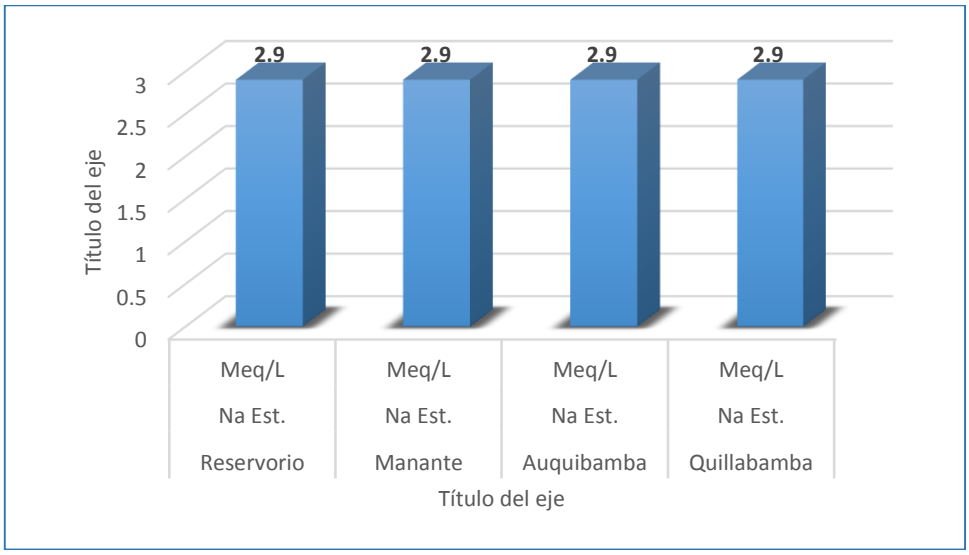
Análisis de agua de riego pruebas de Na estimado.

N°	VERTIENTE	PRUEBAS	UNIDAD	RESULTADOS	GRADO DE RESTRICCION
1	Agua de riego del reservorio CIP Sto. Tomas	Na Estimado	Meq/l	< 3.0	Sin problemas
2	Agua de riego/ proveniente manante de Santo Tomas	Na Estimado	Meq/l	< 3.0	Sin problemas
3	Agua de riego/ proveniente comunidad de Auquibamba	Na Estimado	Meq/l	< 3.0	Sin problemas
4	Agua de riego/ canal/Quebrada Quillabamba	Na Estimado	Meq/l	< 3.0	Sin problemas

FUENTE: Elaboración Propia

GRAFICO N° 12:

Resultado de análisis de sodio estimado de las vertientes del CIP. Santo Tomas



FUENTE: Elaboración Propia

El cuadro Nº 20 y grafico N° 12, nos muestran los resultados de la prueba de Sodio Estimado (Na Estimado), de 04 muestras de

agua, teniendo así como resultado que las 04 muestras tomas tiene un valor <3 Meq/l con un grado de restricción sin problemas.

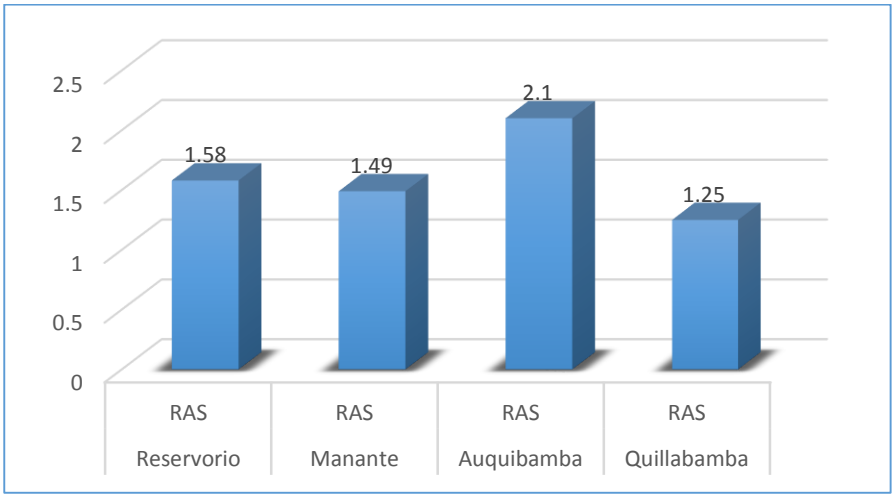
7.3.11. ANÁLISIS DE RELACION DE ABSORCION DE SODIO (RAS)

CUADRO N° 21:
Análisis de agua de riego pruebas de relación de absorción de sodio (RAS)

N°	VERTIENTE	PRUEBAS	RESULTADOS	GRADO DE RESTRICCION
1	Agua de riego del reservorio CIP Sto. Tomas	RAS	1.58	Sin problemas
2	Agua de riego/ proveniente manante de Santo Tomas	RAS	1.49	Sin problemas
3	Agua de riego/ proveniente comunidad de Auquibamba	RAS	2.1	Sin problemas
4	Agua de riego/ canal/Quebrada Quillabamba	RAS	1.25	Sin problemas

FUENTE: Elaboración Propia

GRAFICO N° 13:
Resultado de análisis de relación de absorción de sodio de las vertientes del CIP. Santo Tomas



FUENTE: Elaboración Propia

El cuadro Nº 21 y grafico N° 13, nos muestran los resultados de la prueba de Relación de Absorción de Sodio (RAS), de 04 muestras de agua, teniendo así que la muestra tomada de agua que de la vertiente de la Comunidad de Auquibamba nos da como resultado más alto de los valores de RAS de 2.1, teniendo un grado de restricción sin problemas. Mientras que la muestra tomada de la vertiente de la quebrada de Quillabamba nos da como resultado de SAR 1.25, de la misma manera un grado de restricción sin problema, siendo este el resultado más bajo, de las 04 muestras tomadas para el presente trabajo de investigación.

Este parámetro utilizado para determinar el riesgo de sodio es el RAS (Relación de Adsorción de Sodio). Este parámetro indica la cantidad de sodio en el agua de riego, en relación con el calcio y el magnesio. El calcio y el magnesio tienden a contrarrestar el efecto negativo del sodio.

Altos niveles de RAS podrían resultar en un daño de la estructura del suelo y en problemas de infiltración de agua.

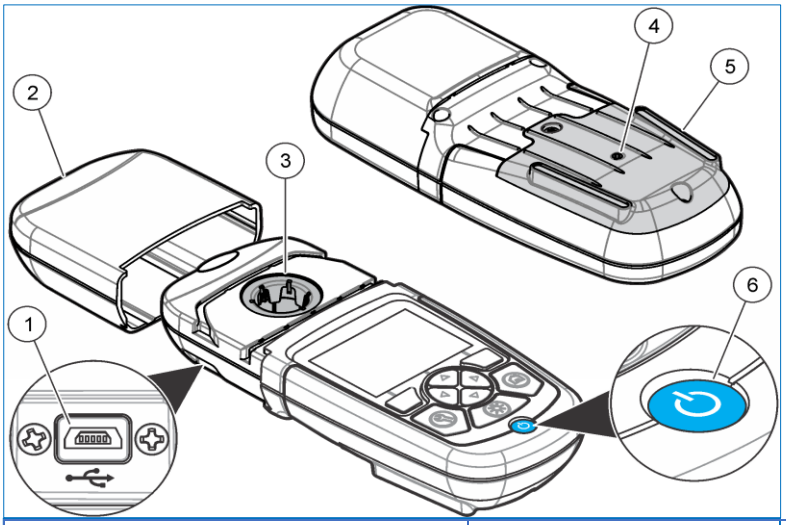
7.4. IMPLEMENTACION DEL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS, CON UN KIT COLORIMÉTRICO PARA USO AGRICOLA.

1.1.2. GENERALIDADES DEL COLORIMETRO

El DR 900 es un colorímetro portátil con fuente LED que mide longitudes de onda de 420, 520, 560 y 610 nm (nanómetros). El instrumento se usa para medir varios parámetros del agua potable, el agua residual y las aplicaciones industriales. El instrumento viene con un conjunto completo de programas

almacenados (métodos pre-instalados) y disponibilidad del programa de usuario y selección de programa favorito.

FIGURA 03:
Instrumento

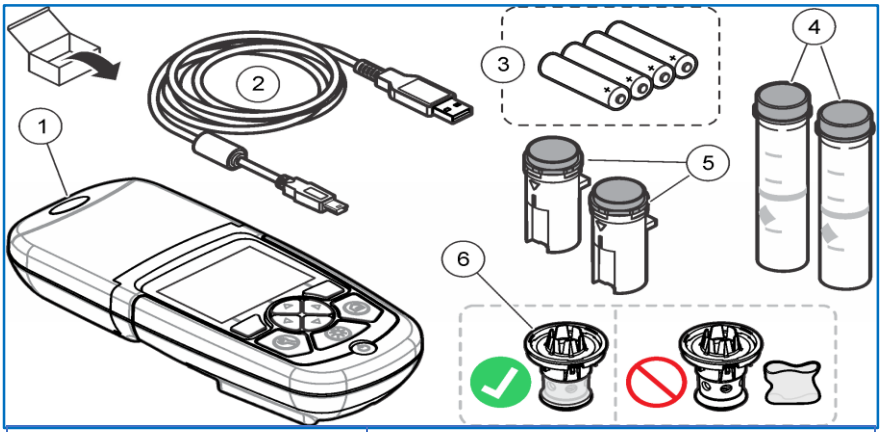


1 Puerto USB	**4** Ventilación
2 Tapa del instrumento	**5** Compartimento de las baterías
3 Compartimento de cubetas	**6** Tecla de encendido

Fuente: Omega Perú

7.2.2. COMPONENTES DEL PRODUCTO

FIGURA 04:
Componentes del Colorímetro

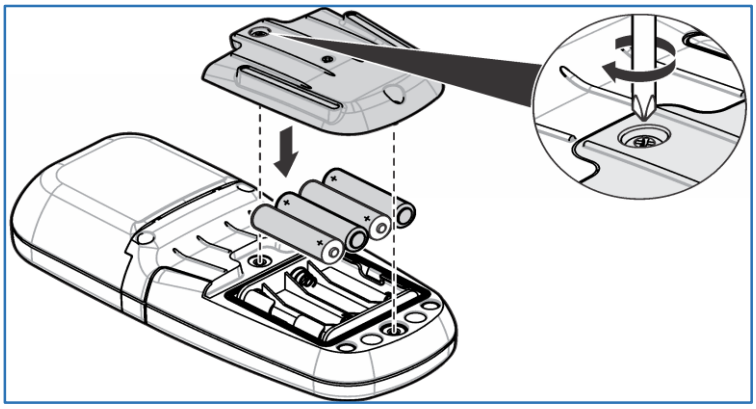


1 DR 900 **F**	**4** Cubeta de muestra de vidrio con 1 pulgada(25mm)de circunferencia y marcas de 10, 20, 25-ml (2)
2 Cable USB con mini conector USB	**5.** Cubeta de muestra de 1 cm/10 ml (2)
3 Pilas alcalinas AA (4)	**6** Adaptador de cubeta de muestra

Fuente: Omega Perú (2015)

7.2.3. INSTALACION DEL COLORIMETRO

FIGURA 05:
Instalación de batería o pilas

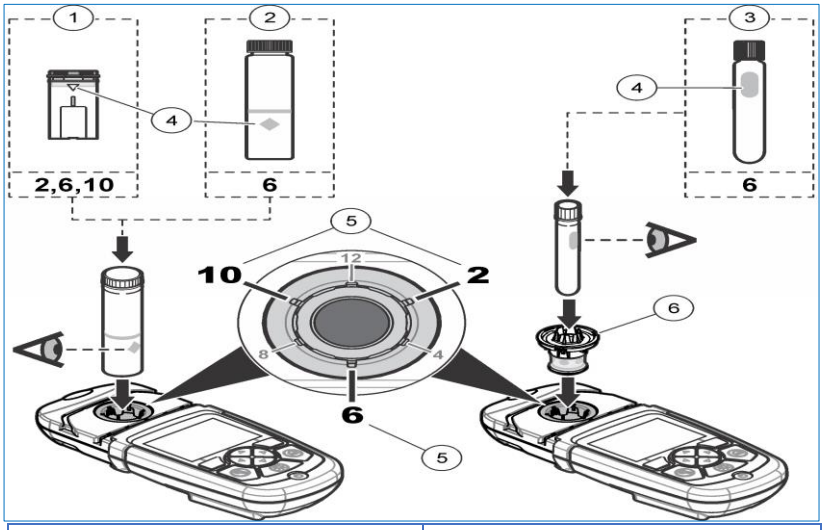


Fuente: Omega Perú (2015)

Instalar la cubeta de la muestra y el adaptador de cubeta

El instrumento tiene un compartimento de cubeta que puede usar un adaptador para diferentes tipos de cubeta de muestra. Asegúrese de colocar la cubeta de muestra en la orientación correcta y consistente para que los resultados sean aceptables y precisos. Consulte la Figura 06. Cierre la tapa del instrumento antes de configurar el instrumento a cero o de realizar una medición para evitar interferencias de luz.

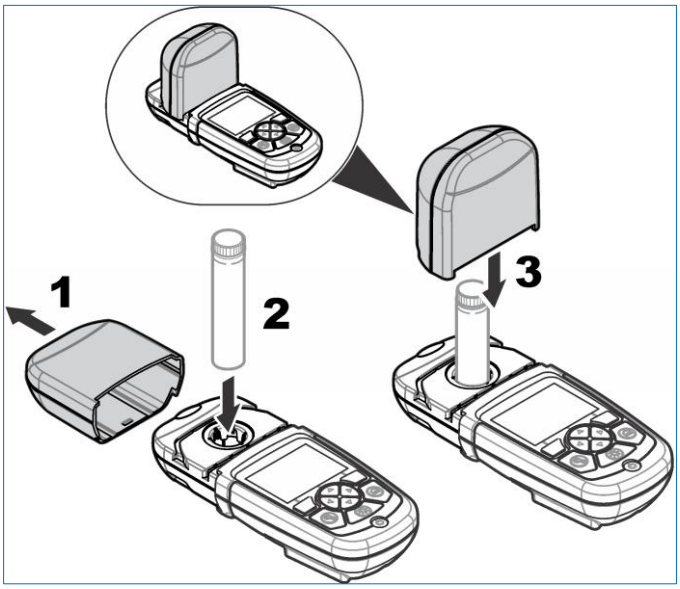
FIGURA 06:
INSTALACION DE CUBETA



1 Cubeta de muestra de plástico de 1-cm/10-ml	**4** Marca de orientación
2 Cubeta de muestra de vidrio de 1 pulgada (25 mm)	**5** Posición de orientación (sentido de las agujas del reloj)
3 Vial de prueba de vidrio de 16-mm	**6** Adaptador de cubeta de muestra

Fuente: Omega Perú (2015)

FIGURA 07:
Instalación de la cubeta de muestra y la tapa del instrumento



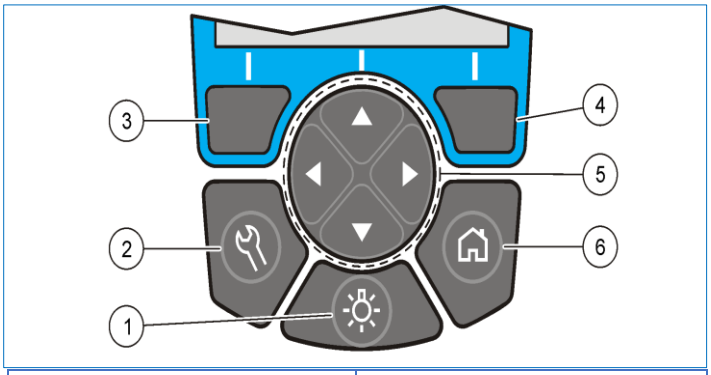
Fuente: Omega Perú (2015).

7.2.4. INTERFAZ DEL USUARIO Y NAVEGACIÓN

1. Descripción del teclado

Consulte la Figura 08 para ver una descripción y del teclado e información de navegación.

FIGURA 08:
Descripción del teclado



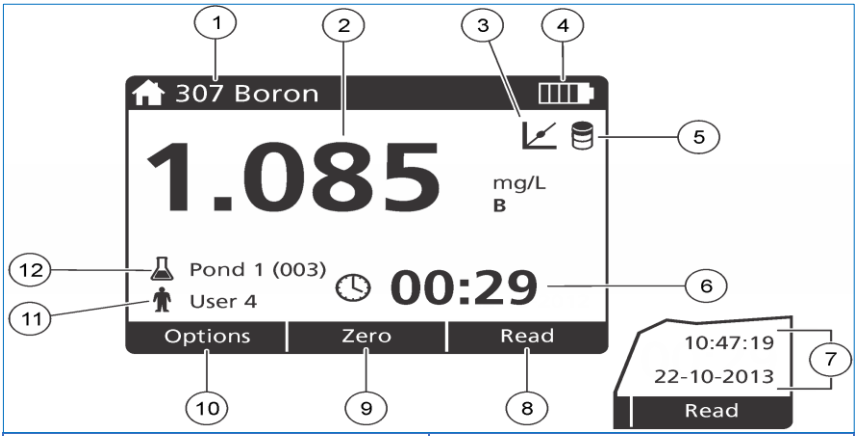
1. RETROILUMINACIÓN: configurar la iluminación de pantalla para que se encienda y se apague	**4.**Tecla de selección DERECHA (contextual): lee muestras, selecciona o confirma opciones, abre sub-menús
2. CONFIGURACIÓN: opciones de configuración[1]	**5.**Teclas de navegación hacia ARRIBA, ABAJO, IZQUIERDA, DERECHA: se desplaza en los menús, ingresa números y letras[2]
3. Tecla de selección IZQUIERDA (contextual): accede a opciones, cancela o sale	**6.**INICIO/Opciones: se dirige a la pantalla de meda principal[1], programa de selección

Fuente: Omega Perú (2015)

2. Descripción de la pantalla

a. La pantalla de meda muestra el modo seleccionado, la unidad, la fecha y la hora, ID de operador e ID de muestra. Consulte la Figura 09.

FIGURA 09:
Pantalla



1 Nombre y número del	**7** Hora y fecha
2 Valor de lectura, unidad, forma química, rango de medición inferior "---" o superior "+++".	**8** Medición (contextual: hecha, seleccionar, comenzar, aceptar)
3 Ícono de ajuste estándar	**9** Cero (contextual: la tecla de navegación es la flecha hacia arriba)
4 Estado de la batería	**10** Opciones (contextual: volver, cancelar)
5 Ícono del blanco reactivo	**11** Identificación del usuario
6 Temporizador	**12** Identificación de la muestra

Fuente: Omega Perú (2015).

b. Navegación

El instrumento contiene menús para cambiar varias opciones. Use las teclas de navegación (flechas hacia **ARRIBA**, **ABAJO**, **DERECHA** e **IZQUIERDA**) para resaltar diferentes opciones. Pulse la tecla de selección **DERECHA** para seleccionar una opción. Ingrese un valor con las teclas de navegación. Pulse las teclas de navegación (flechas hacia **ARRIBA**, **ABAJO**, **DERECHA** e **IZQUIERDA**) para ingresar o cambiar un valor. Pulse la flecha **DERECHA** para avanzar al siguiente espacio. Pulse la tecla de

selección **DERECHA** en **Listo** para aceptar el valor. Pulse la tecla de selección **IZQUIERDA** para salir de la pantalla del menú actual y volver al anterior.

c. Puesta en marcha

1. **Configure el instrumento en encendido o apagado**

   Pulse la tecla de **ENCENDIDO** para configurar el instrumento en encendido o apagado. Si el instrumento no se enciende, asegúrese de que las pilas se han instalado correctamente.

2. **Configurar el lenguaje**

   Existen tres opciones para establecer el lenguaje:

   - Configurar el lenguaje de la pantalla cuando el instrumento se enciende por primera vez.
   - Configurar el lenguaje desde el menú CONFIGURACIÓN.

3. **Ajuste la fecha y la hora**

   Hay dos opciones para configurar fecha y hora:

   - Configurar fecha y hora cuando el instrumento se enciende por primera vez.
   - Configurar fecha y hora desde el menú Fecha y Hora.

7.2.5. ACCESORIOS PARA EL COLORIMETRO:

- Adaptador para transferencia de datos
- Software HACHLINK

- Estuche blando de nylon
- Estuche duro
- Adaptador de tubo COD/TNT de repuesto
- Pilas de repuesto, AA, paquete de 4.

VIII. CONCLUSIONES

1. Las muestras de agua recogidas de las vertientes del Centro de Investigación y Producción Santo Tomas, varían en pH cuyo resultado y el grado de restricción son: Agua de riego del reservorio CIP. Sto. Tomas con un (pH 8.5 fuertemente alcalino), siendo este el más alto en comparación al resto de muestras tomadas como, el agua de riego/ proveniente manante de Santo Tomas con (pH 8.2 moderadamente alcalino), agua de riego/ proveniente comunidad de Auquibamba con (pH 8.1 moderadamente alcalina), agua de riego/ canal/quebrada Quillabamba con (pH 8.0 moderadamente alcalino).
2. La calidad del agua tomada en diferentes puntos resultó con pocas variaciones a lo largo del periodo de muestreo y de su sistema de distribución. La clasificación del agua resultó condicionada por el parámetro de pH. El resto de los parámetros evaluados valoran la calidad del agua como buena y por lo tanto, sin restricciones para su uso en el riego agrícola.
3. Los resultados de la prueba de conductividad eléctrica (C.E), el agua proveniente de la Comunidad de Auquibamba nos da el resultado más alto de C.E de 0.632 mS/cm. Mientras que la muestra tomada del manante del CIP. Santo Tomas nos da el resultado más bajo de C.E de 0.420 mS/cm, ambos con un grado de restricción sin problema, De las 04 muestras tomadas y los resultados obtenidos, de acuerdo al riesgo de salinidad es bajo, en razón que son parámetros < a 0.80 mS/cm.

4. Los resultados de la prueba de Solidos Totales Disueltos (TDS), la muestra de agua de la vertiente de la Comunidad de Auquibamba nos da como resultado más alto de valor de TDS de 316 ppm, mientras que la muestra tomada del manante del CIP. Santo Tomas nos da el resultado más bajo de TDS de 210 ppm, ambos con un grado de restricción sin problema. Teniendo así las aguas del CIP. Santo Tomas con un bajo riesgo de salinidad.
5. Los resultados de la prueba de Nitrato (N03-N), de 04 muestras de agua, teniendo así que la muestras de agua del reservorio y del manante del CIP. Santo Tomas, no contienen nada de nitrato, mientras que la muestra tomada de la vertiente proveniente de la comunidad de Auquibamba contiene 12.6 mg/l de NO3-N y la vertiente proveniente de la quebrada de Quillabamba contiene 5.4 mg/l de NO3-N, con un grado de restricción sin problema.
6. Resultados de la prueba de Hierro (Fe), de 04 muestras de agua, teniendo así que la muestra de agua tomada del manante de Santo Tomas nos da como resultado más alto de los valores de Hierro de 0.20 mg/l, mientras que la muestra tomada de la vertiente proveniente de la Comunidad de Auquibamba, nos da como resultado más bajo de 0.03 mg/l de Hierro, ambos con un grado de restricción sin problema.
7. Los resultados de la prueba de Sulfato (mg/l), la muestra de agua de las vertientes provenientes de la Comunidad de Auquibamba y de la quebrada de Quillabamba, nos da como resultado más alto de >70 mg/l de Sulfato, mientras que la muestra tomada del reservorio del

CIP. Santo Tomas nos da como resultado más bajo de 41 mg/l de Sulfato, las 04 muestras con un grado de restricción sin problema.

8. Resultados de la prueba de Fosforo (P), de 04 muestras de agua, teniendo así que la muestra de agua del manante del CIP. Santo Tomas nos da como resultado el más alto los valores de Fosforo P 2.25 mg/l, mientras que la muestra tomada de la vertiente proveniente de la Quebrada de Quillabamba nos da como resultado más bajo de Fosforo P de 0.09 mg/l, ambos con un grado de restricción sin problema.
9. Resultados de la prueba de Fosfato ($P0_4$), de 04 muestras de agua, teniendo así que la muestra de agua del manante del CIP. Santo Tomas nos da como resultado el más alto de los valores de Fosfato ($P0_4$) 7.0 mg/l, mientras que la muestra tomada de la vertiente proveniente de la Quebrada de Quillabamba nos da como resultado más bajo de fosfato ($P0_4$) de 0.3 mg/l, ambos con un grado de restricción sin problema.
10. Los resultados de la prueba de Calcio Magnesio (Ca^+Mg), de 04 muestras de agua, teniendo así que la muestra de agua que de la vertiente de la Comunidad de Auquibamba nos da como resultado más alto de valores de Calcio Magnesio (Ca^+Mg) de 9.2 Meq/l, y la muestra tomada del reservorio del CIP. Santo Tomas nos da como resultado más bajo de Calcio Magnesio (Ca^+Mg) de 5.0 Meq/l, ambos con un grado de restricción sin problema.

11. Los resultados de la prueba de Sodio Estimado (Na Estimado), teniendo así como resultado que las 04 muestras tomas tiene un valor <3 Meq/l con un grado de restricción sin problemas.
12. Resultados de la prueba de Relación de Absorción de Sodio (RAS), de 04 muestras de agua, teniendo así que la muestra tomada de agua de la vertiente de la Comunidad de Auquibamba nos da como resultado más alto de los valores de RAS de 2.1, y la muestra tomada de la vertiente de la quebrada de Quillabamba nos da como resultado más bajo de RAS de 1.25, ambos con un grado de restricción sin problema. Este parámetro indica la cantidad de sodio en el agua de riego, en relación con el calcio y el magnesio. El calcio y el magnesio tienden a contrarrestar el efecto negativo del sodio.
13. Se ha implementado con el equipo completo de DR 900, es un colorímetro portátil con fuente LED que mide longitudes de onda de 420, 520, 560 y 610 nm (nanómetros), el instrumento se usa para medir varios parámetros de agua de riego, agua potable, agua residual y las aplicaciones industriales, este kit viene con un conjunto completo de programas almacenados (métodos pre-instalados) y disponibilidad del programa de usuario y selección de programa favorito.

IX. RECOMENDACIONES

1. Continuar con la realización de otra tesis referido al estudio del análisis químico y su influencia en el rendimiento del cultivo.
2. Producir trípticos sobre la importancia de su composición química del agua para uso agrícola.
3. Firmar convenios con las empresas o instituciones privadas o públicas para prestar servicio sobre análisis de agua de riego mediante el método de colorimétrico.
4. Bajo estas condiciones se recomienda incentivar a los agricultores de valle Pachachaca conocer la importancia de su composición química del agua de riego.
5. Dar mantenimiento constante al equipo completo de DR 900 es un colorímetro portátil con fuente LED que mide longitudes de onda de 420, 520, 560 y 610 nm., el instrumento se usa para medir varios parámetros.
6. Se sugiere implementar diversos sistemas de tratamiento de las aguas de riego por el contenido de carbonatos, con la finalidad de evitar la obstrucción por corrosión de los sistemas de riego aplicados en el CIP. Santo Tomas.

X. BIBLIOGRAFIA

1. **AENOR Octavio. "**CALIDAD DEL AGUA". México (2009). RIALP, S.A. 166pp.
2. **ANA (2009).** "POLÍTICA Y ESTRATEGIA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS DEL PERÚ. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA". Lima, Perú (2009). Santillana S.A.C.
3. **DE LA FUENTE SILVA, Israel.** "CALIDAD DE AGUA DE RIEGO". México (2009). ISBN S.A.C. 96pp.
4. **GSAAC** "LEGISLACIÓN PERUANA SOBRE RECURSOS HÍDRICOS". Lima – Perú (1969-2003). LEXICOM S.A.C. 87pp.
5. **HANSEN Israelsen.** "PRINCIPIOS Y APLICACIONES DEL RIEGO". Barcelona (1995), Printed in Spain. 391pp.
6. **LEDESMA Zuleyt. "**EL AGUA Y SU IMPORTANCIA AGRICOLA". Colombia (1997). GRAFIC MORI. 134 pp.
7. **LEON Cesar. (2007)**, "EVALUACIÓN DE FUENTES DE AGUA". Perú (2007). GARDOP S.A.C. 87 pp.
8. **LOPEZ FIGUEROA Percy. "**EL AGUA: Tecnología de su distribución y usos". Colombia (2001). Víctor Borgueti. 133 pp.
9. **OMEGA PERU S.A. OPESA, "**MANUAL DE EQUIPOS". Perú, (2015). EMPASTES Perú. 510pp.
10. **Rodier Jean (2011). "**ANÁLISIS DEL AGUA". España (2011). ORGAN S.A.C. 1584pp.
11. **Rodríguez Mellano José Miguel y Marín Galvin Roger. "**FISICO QUIMICA DE AGUAS DE RIEGO". Madrid España (1999). Magisterio Español, S.A. 181pp.

12. **SILLONIS Hassen. (2008). "**COMPORTAMIENTO DEL AGUA EN EL SUELO". México (2008). I, Domínguez S.A. 243pp.
13. **PAGINAS WED:** http://www.ana.gob.pe/www.://infoagro.com**.**

XI. ANEXOS

ANEXO 01

PRESUPUESTO DE LA IMPLEMENTACION DEL ANALISIS QUIMICO DE AGUA CON EL METODO COLORIMETRICO

CUADRO N° 22:

Presupuesto para determinar el análisis químico de agua con el método colorimétrico.

Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANT.	VALOR UNITARIO	COSTO TOTAL
1	**INVERSION TANGIBLE**				**S/. 53,202.00**
1.1	EQUIPOS				**S/. 46,881.00**
1.1.1	Equipo destilador de Agua	Und.	1	S/. 6,545.00	S/. 6,545.00
1.1.2	pH metro y conductimetro	Und.	1	S/. 4,500.00	S/. 4,500.00
1.1.3	Titulador	Und.	1	S/. 1,640.00	S/. 1,640.00
1.1.4	Balanza electrónica	Und.	1	S/. 6,500.00	S/. 6,500.00
1.1.5	Espectrofotómetro	Und.	1	S/. 19,000.00	S/. 19,000.00
1.1.6	Hidrómetro de Boayoucos	Und.	1	S/. 492.00	S/. 492.00
1.1.7	Deshihonizador de agua	Und.	1	S/. 80.00	S/. 80.00
1.1.8	COLORIMETRO PORTATIL	Und.	1	S/. 8,124.00	S/. 8,124.00
1.2	MATERIA PRIMA				**S/. 1,421.00**
1.2.1	Kit de reactivos	global	1	S/. 1,421.00	S/. 1,421.00
1.3	MANO DE OBRA				**S/. 2,700.00**
1.3.1	Laboratorista	personas	1	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
1.3.2	Ayudante de Lab	personas	1	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00
1.4	MATERIALES Y RACTIVOS				**S/. 2,200.00**
1.4.1	materiales de seguridad	Global	1	S/. 700.00	S/. 700.00
1.4.2	Materiales y reactivos	Global	1	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
2	**INVERSION INTANGIBLE**				**S/. 5,848.72**
2.1	LICENCIAS Y ESTUDIOS				**S/. 5,500.00**
2.1.1	Licencia de funcionamiento	Und	1	S/. 200.00	S/. 200.00
2.1.2	Permisos para funcionamiento	Und	1	S/. 800.00	S/. 800.00
2.1.3	Estudios	Global	1	S/. 4,500.00	S/. 4,500.00
2.2	SERVICIOS				**S/. 348.72**
2.2.1	Publicidad	global	1	S/. 300.00	S/. 300.00
2.2.2	Agua	m3	20	S/. 0.90	S/. 18.00
2.2.3	Luz	Kwatt	68	S/. 0.45	S/. 30.72
TOTAL DEL PRESUPUESTO					**S/. 59,050.72**

FUENTE: Elaboración Propia.

ANEXO 02

El tiempo de duración estimada para ejecutar del presente trabajo de investigación es la siguiente:

CUADRO N°23:
Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	MAYO				JUNIO				JULIO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recopilación de Información	X	X										
Formulación del Perfil del trabajo de investigación			X									
Cotización de Kit, Para el Análisis de Agua				X								
Presentación del Perfil de Tesis al Asesor					X							
entación del Perfil de Tesis a la isión de Investigación de la Escuela esional de Agronomía						X						
Aprobación del Perfil del trabajo de investigación						X						
Implementación del laboratorio de suelos y agua							X					
Realizar el análisis químico de agua, de las vertientes del CIP. Santo Tomas.							X					
Redacción del trabajo de investigación							X	X				
Presentación del trabajo de investigación para su revisión y aprobación								X				
Levantamiento de observaciones									X			
Sustentación										X		

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 03

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO DE AGUA DEL CIP SANTO TOMAS UTEA - ABANCAY

ANEXO 04

PANEL FOTOGRAFICO

Fotografía N° 01

KIT COLORIMETRICO

FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 02

SET DE REACTIVOS

FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 03 Y 04

PRESENTACION DEL TRABAJO DE INVESTIGACION

FUENTE: Elaboración propia

FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 05 Y 06

FIRMA DEL ACTA DE ENTREGA DEL COLORIMETRO

FUENTE: Elaboración propia

FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 07

REALIZACION DEL ANALISIS QUIMICO DE LAS AGUAS DEL CIP SANTO TOMAS

U

FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 08

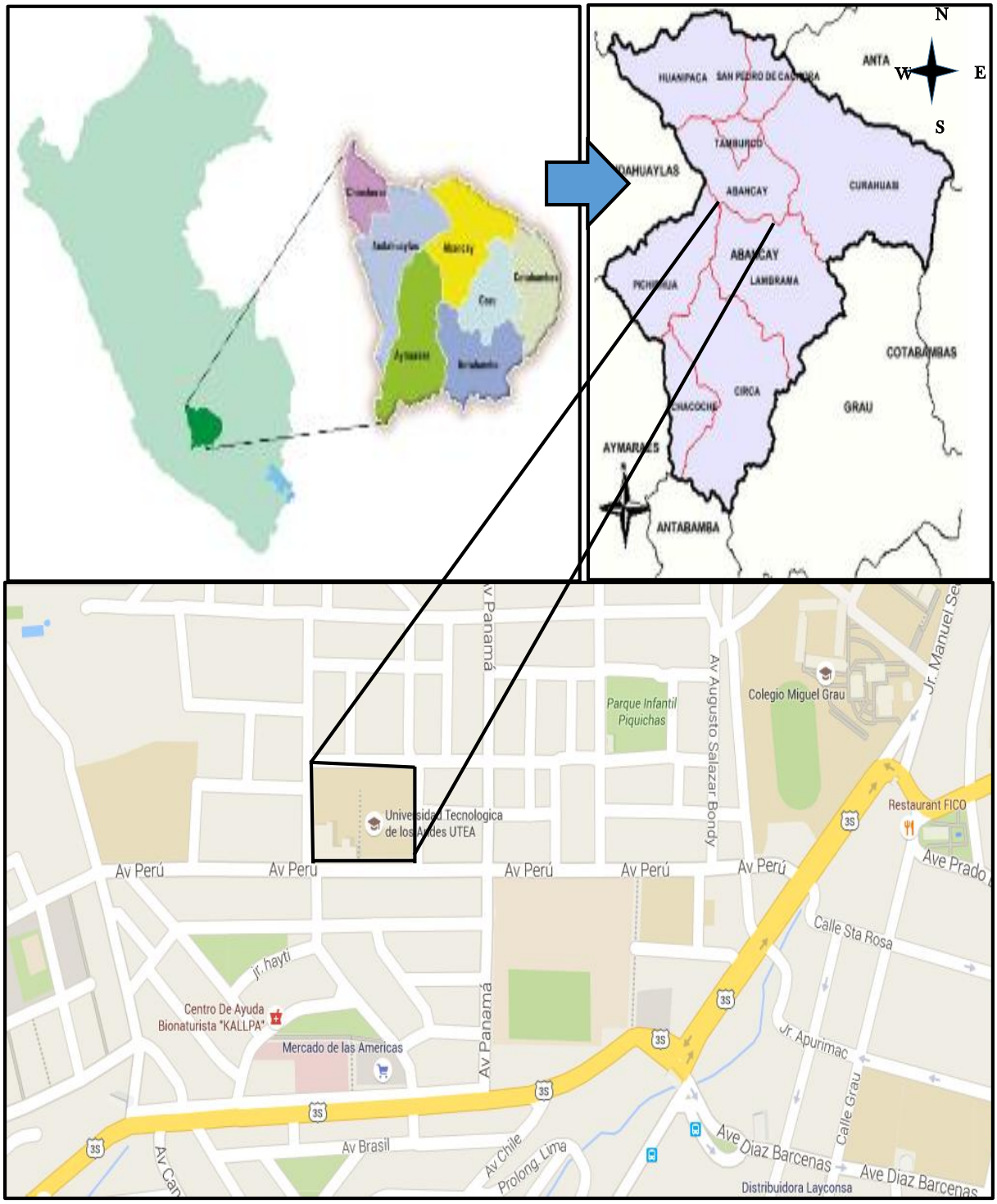
TOMAS DE MUESTRAS DE AGUA

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 05

MAPA N°01

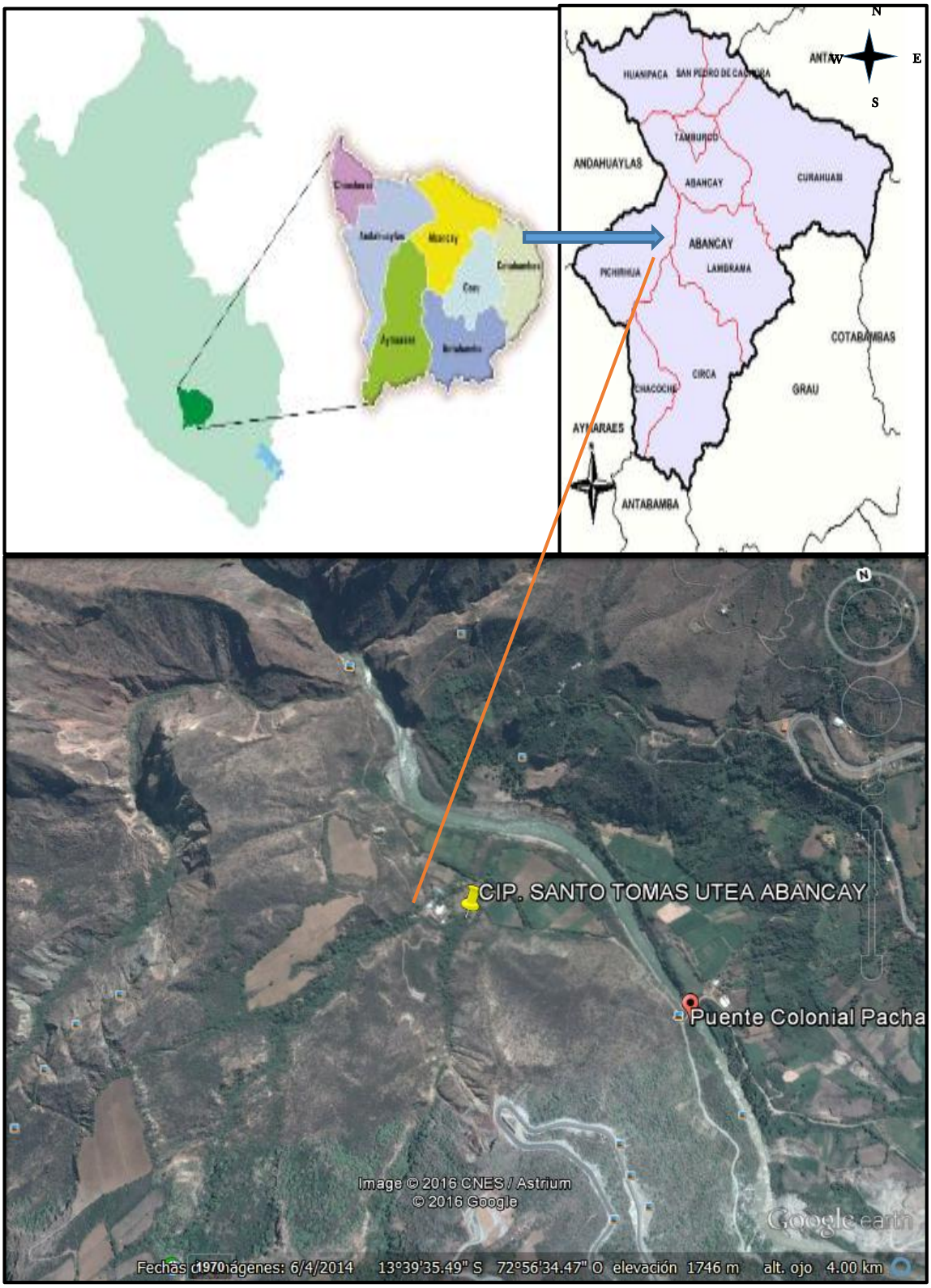
UBICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE LOS ANDES



FUENTE: Elaboración propia

MAPA N°02

UBICACIÓN DEL CIP SANTO TOMAS ABANCAY APURIMAC



FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 06

ACTAS DE ENTREGA DEL KIT COLORIMETRICO AL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS DE LA UTEA - ABANCAY

ANEXO 07

FACTURAS DE LA COMPRA DEL KIT COLORIMETRICO AL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS DE LA UTEA - ABANCAY