



**DIRECCION REGIONAL DE SALUD MOQUEGUA**

**AUTORIDADES**

Dr. JUAN LUIS HERRERA CHEJO  
**DIRECTOR REGIONAL**

Ing. ROSARIO ARAOZ CHÁVEZ  
**DIRECTORA DESA**

RICARDO QUISPITUPAC QUISPITUPAC  
**COORDINADOR DE EPASO**

**DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA CIRCUNDANTE AL  
VOLCÁN SAN PEDRO DEL DISTRITO DE UBINAS**

**ELABORADO POR:**

ELMER TICONA PAUCARA

**(e) Del Programa de Vigilancia de la Calidad del Aire**

**MOQUEGUA, JUNIO DEL 2014**

INDICE	PAG.
Antecedentes.....	02
<b>CAPITULO I</b>	
1.1 Introducción .....	04
1.2 Objetivos .....	07
<b>CAPITULO II DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO</b>	
2.1 Ubicación y características generales.....	08
2.2 Evaluación de la actividad histórica del volcán San Pedro.....	09
2.3 Reactivación del volcán San Pedro, año 2006.....	10
2.4 Comportamiento de la calidad del aire año 2006.....	13
2.4.1 Resultados de la Dirección Regional de Salud Moquegua.....	13
2.4.2 Resultados de la dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)...	14
2.5 Marco teórico.....	17
2.5.1 Material particulado.....	17
2.5.2 Distribución de tamaños.....	18
2.5.3 Composición mineralógica y química del material particulado.....	20
2.5.4 Los metales.....	20
2.5.5 Efecto de las emisiones volcánicas en la salud.....	21
2.5.6 Problemas derivados por la exposición a PM10.....	23
<b>CAPITULO III</b>	
<b>FUNDAMENTO DEL MONITOREO AMBIENTAL DE LA CALIDAD DEL AIRE</b>	
<b>2014</b>	
3.1 Marco legal.....	28
3.2 Metodología de muestreo.....	28
3.3 Comportamiento epidemiológico del volcán San Pedro, 2014.....	29
3.4 Identificación de los puntos de monitoreo periodo 2014.....	34
3.4.1 Resultados de la Dirección Regional de Salud Moquegua, 2014.....	34
3.4.2 Resultados de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), 2014.....	28
<b>Conclusiones</b> .....	45
<b>Recomendaciones</b> .....	48
<b>Anexos</b> .....	52

## ANTECEDENTES

El presente diagnóstico tiene como meta contribuir a la identificación y conocimiento de los fenómenos que pueden afectar la salud de la población circundante al volcán San Pedro del Distrito de Ubinas. Particularmente orientado a la determinación de la calidad del aire alterado por la reactivación del volcán San Pedro quien viene generando emisiones de cenizas volcánicas (material particulado) y gases, de allí la importancia que se ha tenido en la evaluación de la calidad del aire de la zona de estudio.

En la Región Moquegua han ocurrido una serie de fenómenos naturales, provocando una fuerte incidencia negativa en el desarrollo socio-económico. Por ello, resulta una necesidad impostergable la identificación de los peligros así como la propuesta de la vulnerabilidad y de riesgo que permitan plantear las políticas de prevención y mitigación.

Entre los principales fenómenos eruptivos registrados en la región se encuentran la erupción del Huaynaputina en los años de 1600 los terremotos de 1868, 1877, 1958, 1960 y 2001. Rivera (1998), reporta que el volcán San Pedro tuvo 23 erupciones volcánicas ocurridas entre 1550 y 1996, con una recurrencia de 4 a 5 erupciones por siglo. La mayoría de las erupciones se caracterizaron por presentar un índice de explosividad volcánica, igualmente altos episodios fumarólicos, acompañados en ocasiones con emisiones de cenizas.

En marzo del 2006 nuevamente el volcán entro en actividad generando emisiones de cenizas y gases en cantidades considerables. A través de la dirección de Salud Ambiental Moquegua, con apoyo de la empresa Energía del Sur S.A. se realizó un monitoreo de Dióxido de Azufre en el mes de Mayo del 2006, registrando concentraciones máximas para 24 horas de Dióxido de Azufre en:







## CAPITULO I

### 1.1 INTRODUCCION

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2006), el aire limpio es un requisito básico para la salud y el bienestar humano. Sin embargo, su contaminación sigue representando una amenaza importante para la salud en todo el mundo. De la carga de enfermedad debida a la contaminación del aire, más de dos millones de muertes prematuras se pueden atribuir cada año a los efectos de la contaminación del aire en espacios abiertos urbanos y en espacios cerrados. Más de la mitad de esta carga de enfermedad recae en las poblaciones de los países en desarrollo.

La contaminación del aire se define como la alteración causada por la presencia de gases en la atmósfera, o partículas sólidas o líquidas en suspensión, en proporciones distintas a las naturales que pueden poner en peligro la salud del hombre, el bienestar de las plantas y animales, atacar diferentes materiales, reducir la visibilidad o producir olores nocivos. Las emisiones de contaminantes al aire, producto de fuentes antrópicas y naturales, han sido estudiadas debido a su importancia en los cambios climáticos y las afecciones que causan a la calidad de vida de la población, así como el desequilibrio de los ecosistemas.

Uno de los contaminantes al que se le ha prestado mayor atención a nivel mundial es el material particulado dado sus efectos adversos sobre la salud que incluyen afecciones a los sistemas respiratorio y cardiovascular. Este contaminante se genera principalmente por la quema de combustibles fósiles. A nivel global, entre el 20 y el 42% de las infecciones de las vías respiratorias inferiores y aproximadamente 24% de las infecciones respiratorias superiores en países en vías de desarrollo, son atribuibles a la disminución de calidad del aire por presencia de material particulado principalmente PM10 y PM2.5.

Una etapa importante al combatir el problema de la contaminación atmosférica es la medición de contaminantes. Este proceso provee fundamentos científicos y técnicos para el desarrollo de políticas y estrategias, tales como la cuantificación del impacto generado en términos de pérdida de calidad del aire y sus efectos en la salud de la población. En este sentido, el material particulado se constituye en el contaminante al cual se le debe dar prioridad cuando se desea establecer la situación del aire respirable en un lugar específico. Las pruebas relacionadas con el material particulado ponen de manifiesto la peligrosidad del material particulado menor a diez micras (PM10) por su capacidad de ingresar al sistema respiratorio humano; no obstante, en el Perú existen carencias en el estudio de este contaminante y solo las principales ciudades del país (Arequipa, Lima) cuentan con redes de vigilancia relativamente sólidas para PM10, además de los pocos estudios relativos al análisis de fuentes, dinámica y relación con variables meteorológicas.

La emisión de contaminantes a la atmósfera producto de la actividad volcánica puede generar efectos con características globales siendo uno de los principales el fenómeno de la precipitación ácida o lluvia ácida, cuyos precursores principales son los óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre, los cuales sufren transformaciones en la atmósfera y llegan a la superficie en forma de compuestos ácidos principalmente ácido nítrico y ácido sulfúrico. El fenómeno de lluvia ácida tiene especial importancia, ya que la identificación de su presencia permite tener una idea del grado de contaminación del aire en un lugar particular. En la zona de estudio aún no se ha realizado estudio alguno de la precipitación.

Actualmente, el conocimiento de contaminantes atmosféricos en la Región Moquegua es limitado, debido a la falta de sistemas de vigilancia de la calidad del aire con un enfoque de salud ambiental.

Para la Región Moquegua en especial la zona de Ubinas el tema de la calidad del aire es importante ya que se encuentra asentada próximo al volcán más activo del país el cual presenta características tales como una alta densidad de ceniza volcánica y emisiones de

gases volcánicos con periodos muy cortos teniendo en los últimos 7 años tres reactivaciones significativas.

Es por ello que el objetivo de este diagnóstico ha sido generar un conocimiento más profundo sobre la calidad del aire en la zona circundante al volcán san pedro del Distrito de Ubinas, enfocándose en unos de los principales contaminantes atmosféricos como lo el material particulado menor a diez micras (PM10) y el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

En el presente diagnóstico se analiza los monitoreos en los parámetros de material particulado menor a 10 micras realizados por la Dirección Regional de Salud Moquegua a través de la Dirección de Salud Ambiental (DESA) en su programa de Vigilancia de la Calidad del Aire y los Monitoreos de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), específicamente de los parámetros de Material Particulado menor a 10 micras y Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) realizado el 2014. Se considera como antecedente el comportamiento de la calidad del aire el año 2006.

Los Monitoreos, se realizaron conforme a la metodología y procedimientos establecidos en la Resolución Directoral N° 1404-2005-DIGESA/SA, Protocolo de Monitoreo de calidad de Aire y Gestión de los Datos.



## 1.2 OBJETIVOS:

### OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad del aire en las zonas circundantes al volcán San Pedro del Distrito de Ubinas, Analizando los niveles de contaminación atmosférica de material particulado menor a 10 micras (PM10) y Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>).

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el comportamiento del PM10 y el SO<sub>2</sub> en los puntos de monitoreo circundante al volcán San Pedro del Distrito de Ubinas.
- Evaluar la influencia del contenido de metales pesados en las partículas menores a 10 micras.
- Evaluar los monitoreos realizados el año 2006 y su relación con el comportamiento ambiental presente el 2014.
- Establecer si las concentraciones sobrepasan los estándares de calidad del aire según el D.S.074-2001-PCM y el D.S.003-2008-MINAM
- Informar sobre los posibles efectos que puedan generar en la salud de la población.
- Brindar recomendaciones a fin de mitigar y adaptarse al deterioro de la calidad del aire en la zona circundante al volcán San Pedro.

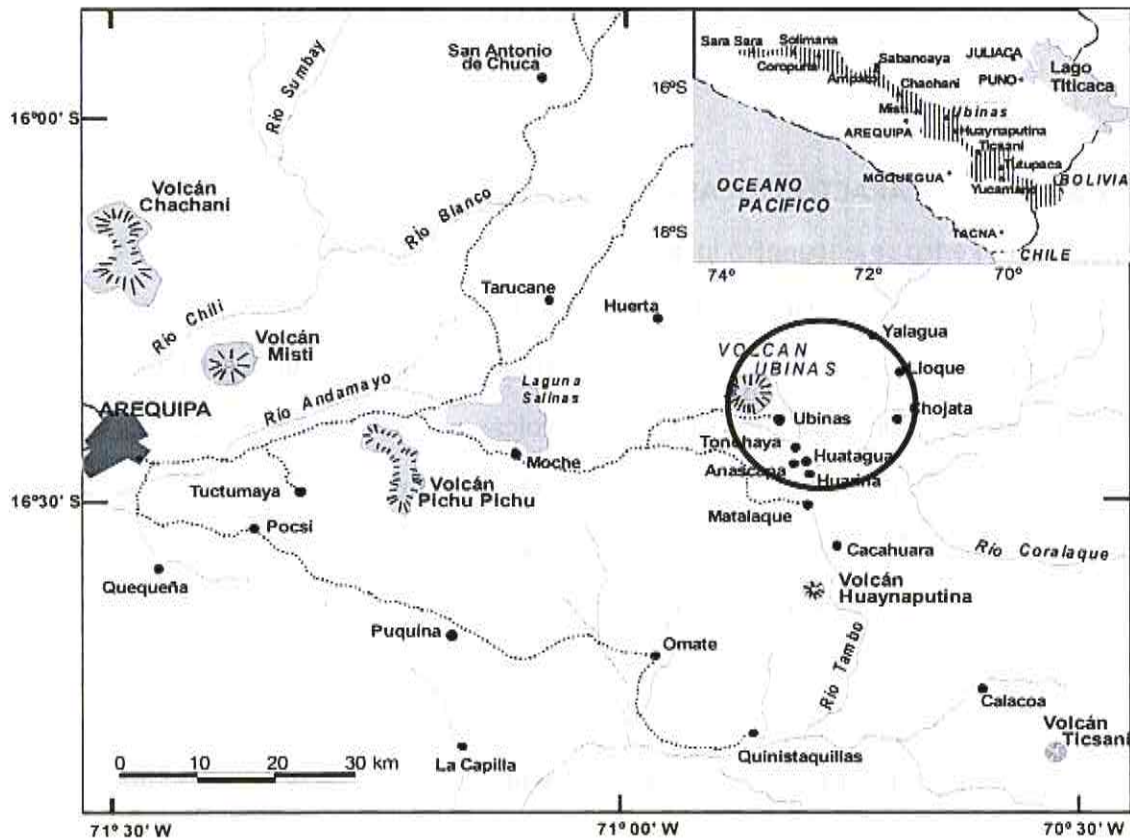
---

**CAPITULO II**  
**DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO**

**2.1 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES**

El volcán San Pedro se encuentra localizado a 90 km al Norte de la ciudad de Moquegua y a 65 km al Este de la ciudad de Arequipa (16º 22' S, 70º 54' O; 5,672 msnm.). Políticamente, pertenece al Departamento de Moquegua, Provincia General Sánchez Cerro, Distrito de Ubinas. Al Sur y Sureste del volcán se localizan los principales poblados, entre ellos Querapi, Ubinas, Tonohaya, Sacohaya, San Miguel, Huatahua, Anascapa, Huarina, Escacha y Matalaque. Zonas Circundantes como Chojata, San Miguel de Coroise, Torata, Lloque, Lucco Yalagua, Casapata, Santa Rosa de Phara, Postocone, Yanapuquio, Suyoe, Salinas Moche, Santa Lucia entre otros.

Asimismo, dentro del área de influencia del volcán existen terrenos de cultivos, zonas protegidas contra la mosca de la fruta, carreteras carrozables y diversas obras de infraestructura (reservorios de aguas, canales, etc.). La población se dedica principalmente a actividades agrícola y ganadera.



**Figura 01:** Mapa de ubicación del volcán San Pedro y alrededores.

En el contexto regional, el volcán San Pedro está localizado dentro de la Zona Volcánica Central de los Andes que se prolonga del Norte de Chile al Sur del Perú. La actividad del volcán Ubinas es el resultado del proceso de subducción de la placa oceánica de Nazca debajo de la placa continental Sudamericana. El volcán Ubinas tiene forma cónica, posee una altura de 1,400 m, y cubre un área de 52 km<sup>2</sup>. En la parte superior se distingue la caldera de 900 m de diámetro y dentro de la caldera un cráter de 300 m de diámetro.

## 2.2 EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD HISTÓRICA DEL VOLCAN SAN PEDRO

Relatos históricos y datos geológicos muestran que el volcán San Pedro presentó al menos 23 crisis volcánicas desde 1550 hasta 1995-96 (Rivera, 1998), referidas a alta actividad fumarólica y emisiones de cenizas, con una recurrencia de 1 a 6 episodios por siglo. Los eventos registrados sucedieron en los años: 1550, 1599, 1662, 1667, 1678, 1784, 1826, 1830, 1862, 1865, 1867, 1869, 1906, 1907, 1912- 1913?, 1923-1925?, 1936, 1937, 1951,

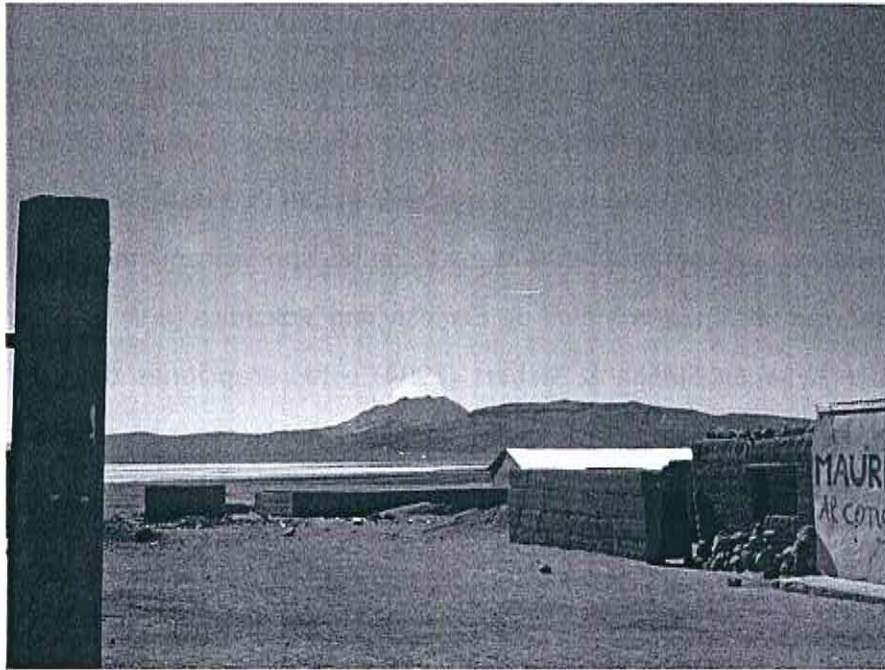


1956, 1969, 1995-1996, 2006). Estos eventos causaron daños en centros poblados y terrenos de cultivos localizados en áreas aledañas al volcán. Los daños ocasionados fueron principalmente por lluvias de cenizas y emisiones de gases. Datos históricos refieren que algunas de las erupciones presentadas por el volcán San Pedro fueron moderadas a altas. Dichas erupciones son comparables a la erupción de tipo Vulcaniana o tipo Saint Vincent del año 1662, que alcanzó un Índice de Explosividad Volcánica (IEV) 3, o la del año 1677 que tuvo IEV 2. Según Simkin & Siebert (1994) estas erupciones depositaron un flujo piroclástico de cenizas y escoria de color gris de 1 m de espesor, a 1 km al Oeste del cráter. En áreas distales, este depósito de flujo está sobre las cenizas y pómez del volcán Huaynaputina, que erupcionó el año 1600 D.C.

Durante el siglo XX, el Volcán San Pedro ha presentado al menos ocho eventos eruptivos, caracterizados por intensas emisiones de gases y cenizas, ligados a eventos de tipo freático y freatomagmático. Las caídas de cenizas causaron daños considerables en terrenos de cultivo y poblados situados alrededor del volcán, causando la muerte de algunas personas y de ganado a consecuencia de epidemias desconocidas. Frecuentemente las cenizas se mezclaron con el agua y se transformaron en flujos de barro, que discurrieron por el fondo del valle de Ubinas, destruyendo diversos cultivos (Diario El Pueblo, 1936, 1937, 1951, 1969).

### **2.3 REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN SAN PEDRO, AÑO 2006.**

La reactivación del volcán San Pedro vino presidida por una emisión fumarólica leve presente desde Agosto del 2005, incrementándose la actividad en marzo del 2006 pudiendo ser observado desde poblados lejanos al volcán, dicha actividad perjudico el medio ambiente por la constante emisiones de cenizas y gases que alteraron la calidad del aire en los poblados circundantes al volcán San Pedro, las partículas y los gases se asentaron en las viviendas, la zona agrícola y vías los cuales elevaron las infecciones respiratorias y las afecciones a la vista como principales causas de morbilidad de la zona.



**Foto 01:** Emisiones de cenizas del volcán San Pedro vista desde Salinas Moche el 09 de Mayo del 2006

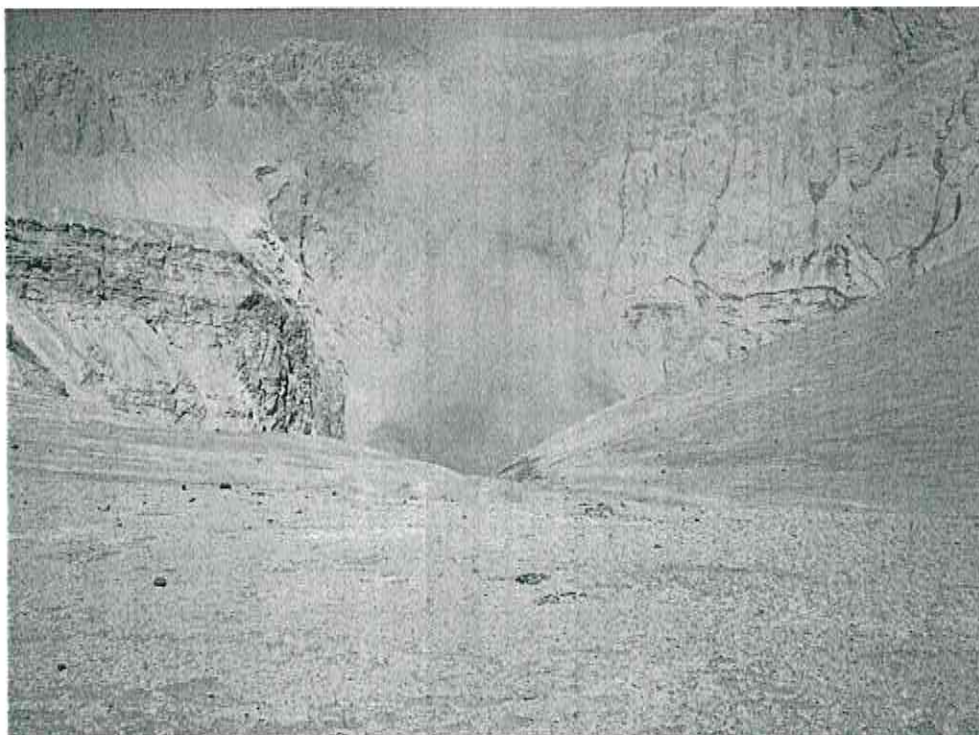


**Foto 02:** Vista del campamento que albergó a la población de Querapi en la zona de Anascapa, 10 de Mayo del 2006.





**Foto 03:** Explosión con emisión de cenizas del volcán San Pedro, el 12 de Mayo del 2006.



**Foto 04:** Vista del cráter del Volcán San Pedro, 14 de Mayo del 2006.



## 2.4 COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE AÑO 2006.

El año 2006, el Volcán San Pedro genero manifestaciones fumarólicas, afectando en gran medida a las poblaciones circundantes al volcán como el poblado de Ubinas, Querapi, Escacha, Sacohaya, entre otros, ante tal situación la Dirección Regional de Salud Moquegua a través de la Dirección de Salud Ambiental en su programa de vigilancia de la Calidad del Aire realizo un monitoreo de Dióxido de Azufre en los poblados de Ubinas, Querapi, Anascapa, Escacha y Huatagua, igualmente la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) realizó un monitoreo de Dióxido de Azufre, Hidrogeno Sulfurado, Material Particulado menor a 2.5 y 10 micras, partículas totales en suspensión entre otros que a continuación se detallan.

### 2.4.1 RESULTADOS DE LA DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD MOQUEGUA

La Dirección Regional de Salud Moquegua realizó el estudio con los servicios de la consultora ambiental Copersa Ingeniería S.A.C. El monitoreo se realizó entre las fechas del 10 al 15 de Mayo del 2006 registrando concentraciones que a continuación se detalla:

**Cuadro 01: Concentraciones de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), 2006 en µg/m<sup>3</sup>.**

PUNTO DE MONITOREO	FECHA				
	10/05/06	11/05/06	12/05/06	13/05/06	14/05/06
UBINAS	145.32	144.56	186.26	81.24	156.33
QUERAPI	182.53	150.25	221.03	101.56	177.56
ANASCAPA	67.52	81.56	62.35	58.23	74.58
ESCACHA	158.63	145.24	172.36	98.26	132.55
HUATAGUA	83.27	64.33	45.62	32.20	54.23

FUENTE: INFORME de Monitoreo de Calidad de Aire del parámetro SO<sub>2</sub>, en cinco poblados afectados por el volcán San Pedro del Distrito de Ubinas – Dirección Regional de Salud Moquegua.

Según el Cuadro 01, Las zonas más afectadas por el dióxido de azufre fueron el poblado de Querapi, Ubinas y Escacha con concentraciones de Dióxido de Azufre que no sobrepasaban los ECAs del año 2006 ( $365 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). De los cinco días de monitoreo el 12/05/06 fue el día que mayor concentración se registró en los poblados de Querapi, Ubinas y Escacha.

#### 2.4.2 RESULTADOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL (DIGESA)

La Dirección General de Salud Ambiental DIGESA, realizó el monitoreo con equipos propios y los análisis de las muestras se realizaron en los laboratorios de la DIGESA, los monitoreos se realizaron entre el 11 y el 15 de Mayo del 2006.

**Cuadro 02: Concentraciones de Dióxido De Azufre ( $\text{SO}_2$ ), 2006 en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

PUNTO DE MONITOREO	LUGAR	FECHA INICIO	CONCENTRACIONES ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
E – 1	UBINAS	11/05/06	120.80
		12/05/06	247.23
		13/05/06	209.98
		14/05/06	143.27
		15/05/06	105.96

FUENTE: INFORME Monitoreo de Calidad del Aire en las localidades ubicadas en las inmediaciones del volcán Ubinas Moquegua - DIGESA.

Según el Cuadro 02 el día con mayor concentración de dióxido de azufre fue el 12/05/06 alcanzando a  $247.23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Aun así no sobrepasaban los ECAs del año 2006 ( $365 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

**Cuadro 03: Concentraciones de Hidrogeno Sulfurado (H<sub>2</sub>S) 2006 en µg/m<sup>3</sup>.**

PUNTO DE MONITOREO	LUGAR	FECHA INICIO	CONCENTRACIONES (µg/m <sup>3</sup> )
E - 1	UBINAS	11/05/06	2.5
		12/05/06	2.9
		13/05/06	2.8
		14/05/06	2.4
		15/05/06	2.2

**Cuadro 04: Concentraciones de Material Particulado Menor a 2.5 Micras (PM<sub>2.5</sub>), 2006 en µg/m<sup>3</sup>.**

PUNTO DE MONITOREO	LUGAR	FECHA INICIO	CONCENTRACIONES (µg/m <sup>3</sup> )
E - 1	UBINAS	11/05/06	33.18
		12/05/06	11.08
		13/05/06	16.30
		14/05/06	9.34



**Cuadro 05: Concentraciones de Material Particulado Menor a 10 Micras (PM10), 2006 en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

PUNTO DE MONITOREO	LUGAR	FECHA INICIO	FECHA FINAL	PERIODO DE LA MUESTRA	CONCENTRACIONES ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
E - 1	UBINAS	11/05/06	12/05/06	24 Horas	36.75
		12/05/06	13/05/06	24 Horas	20.38
		13/05/06	14/05/06	24 Horas	18.00
		14/05/06	15/05/06	24 Horas	22.45
E - 2	ESCACHA	12/05/06	13/05/06	24 Horas	49.85
E - 3	ANASCAPA	14/05/06	15/05/06	24 Horas	42.31

**Cuadro 06: Concentraciones de Particulas Totales en Suspensión (PTS), 2006 en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

PUNTO DE MONITOREO	LUGAR	FECHA INICIO	FECHA FINAL	PERIODO DE LA MUESTRA	CONCENTRACIONES ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
E - 1	UBINAS	11/05/06	12/05/06	24 Horas	89.75
		12/05/06	13/05/06	24 Horas	64.07
		13/05/06	14/05/06	24 Horas	70.22
		14/05/06	15/05/06	24 Horas	46.89
E - 2	ESCACHA	11/05/06	12/05/06	24 Horas	73.85
		12/05/06	13/05/06	24 Horas	82.81
E - 3	ANASCAPA	14/05/06	15/05/06	24 Horas	83.92

## 2.5 MARCO TEORICO

### 2.5.1 MATERIAL PARTICULADO

El término material particulado (PM por sus siglas en inglés) se utiliza para describir pequeñas partículas sólidas y líquidas que están presentes en la atmósfera, ya sea por una fracción pequeña de tiempo (algunos minutos) o largos periodos (días o semanas). El material particulado presenta diferentes tamaños que determinan su vida media en suspensión, siendo de especial interés las partículas menores a 10 micrómetros de diámetro (PM10) por ocasionar serios problemas de salud que van desde irritación en vías respiratorias hasta muertes prematuras en personas con problemas pulmonares y de corazón el material particulado es el contaminante que más deteriora la calidad del aire, superando en algunas ciudades los límites máximos permisibles tanto anuales como diarios.

El material particulado puede ser emitido directamente a la atmósfera a partir de distintas fuentes antropogénicas o naturales (partículas primarias), también puede ser producto de reacciones químicas de ciertos gases en la atmósfera o procesos de condensación (partículas secundarias). La Figura 02 esquematiza las principales fuentes de material particulado y algunos ejemplos de los tipos de partículas según la fuente generadora. Esta diversidad de fuentes da como resultado un material particulado que presenta variaciones en tamaño, geometría, composición química y concentración másica.

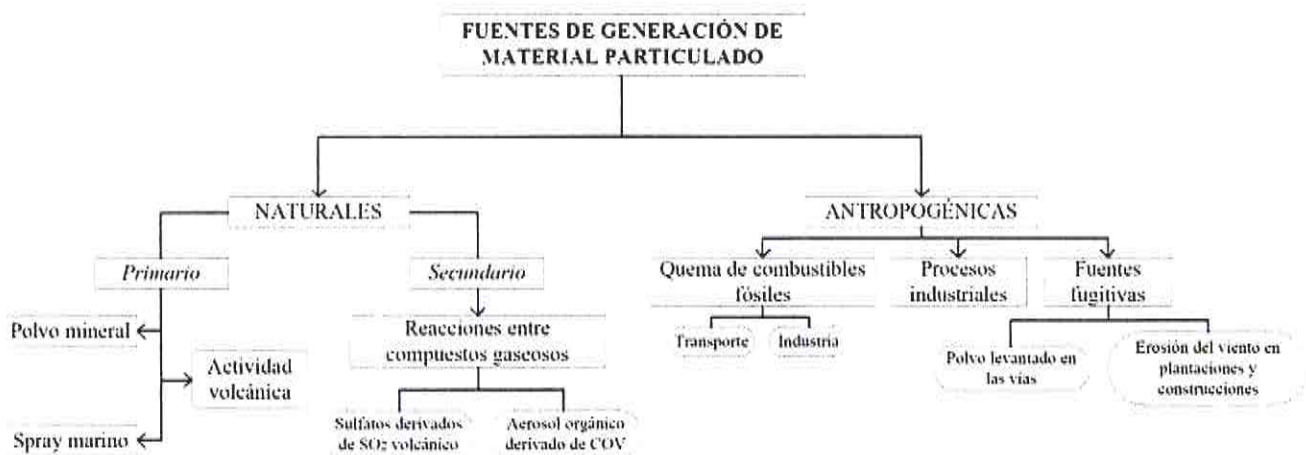


Figura 02: Fuentes de generación de material particulado

### 2.5.2 DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑOS

Las fuentes de emisión determinan las características del material particulado, entre ellas el tamaño de partícula. Las partículas atmosféricas en suspensión tienen diámetros que varían desde unas pocas decenas de angstroms (Å) hasta algunos cientos de micrómetros (µm). Los tamaños de partículas se agrupan mediante rangos denominados modas. La siguiente tabla muestra las diferentes modas y los tamaños de partícula característicos.

Moda	Tamaño de partícula	Características principales
Nucleación	< 0.01 µm	Formada por: - Condensación de vapores calientes de procesos de combustión. - Nucleación de especies atmosféricas.
Aitken	0.01 µm – 0.1 µm	Pueden tener un origen primario o secundario a partir de coagulación de partículas de la moda nucleación.
Acumulación	0.1 µm – 2.5 µm	Formada principalmente por coagulación de partículas de la moda nucleación y condensación de vapores sobre partículas existentes. El mecanismo de remoción atmosférica en esta moda es poco eficiente.
Grueso	> 2.5 µm	Formados por procesos mecánicos, incluyendo actividad antrópica y natural. Estas partículas tienen velocidades considerables de sedimentación, por ende se depositan fuera de la atmósfera en tiempos cortos.

#### Agrupación de partículas atmosféricas y tamaños característicos

Las partículas menores a 10 µm (PM10) son de especial interés dentro de las redes de calidad del aire y la epidemiología debido a su capacidad de ingresar al sistema respiratorio humano. En el PM10 se distingue una fracción fina, diámetros menores de 2.5 µm y una fracción gruesa, con diámetros entre 2.5 y 10 µm. En la mayor parte de las zonas urbanas están presentes ambas fracciones, sin embargo, la proporción correspondiente a cada una varía entre diferentes ciudades, en función de la geografía, la meteorología y las fuentes locales de emisión en nuestro país es uno de los contaminantes monitoreados de mayor interés debido a sus reconocidos efectos nocivos sobre la salud humana.



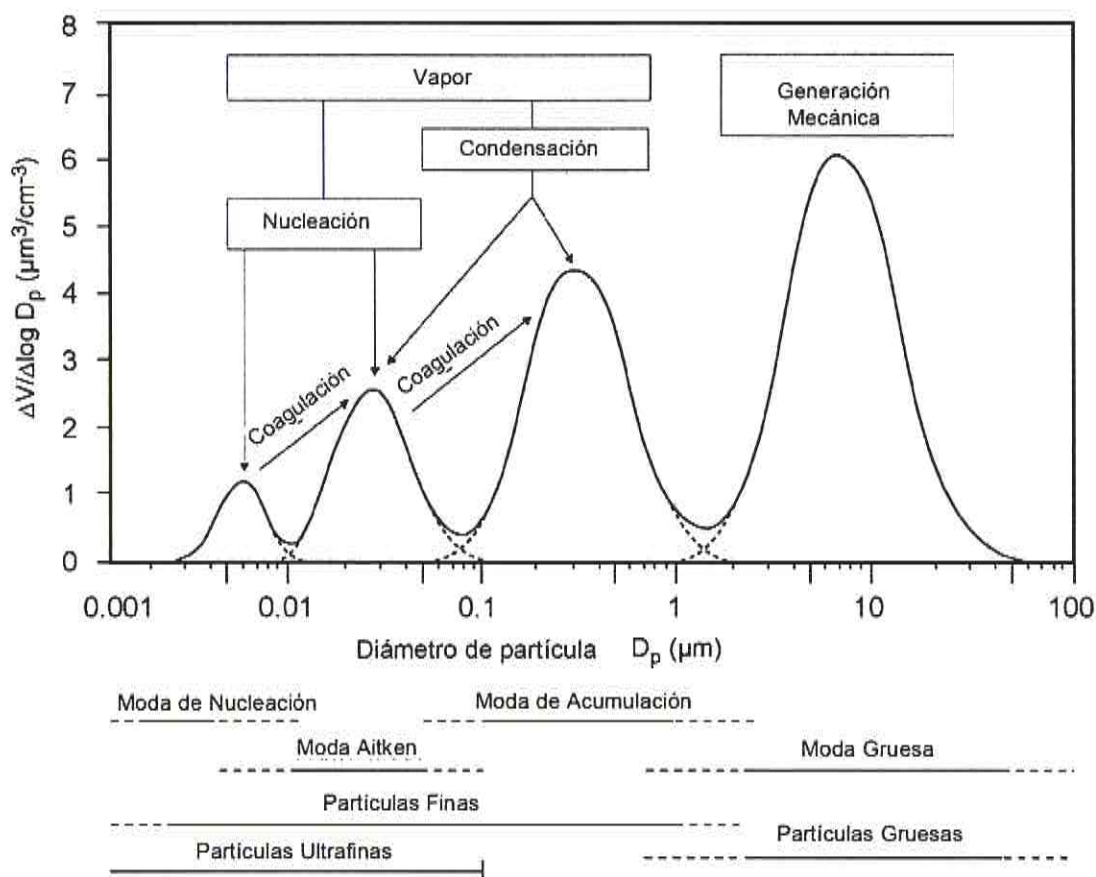


Figura 03: Distribución en modas según el tamaño de partícula ( $\mu\text{m}$ ). (Modificada, EPA 2004).

La Moda de **Nucleación** comprende las partículas con tamaños entre  $0.005\text{-}0.1 \mu\text{m}$  y presenta el máximo de densidad de partículas alrededor de  $0.01 \mu\text{m}$ . Algunos autores distinguen la moda "Aitken" que incluiría las partículas con diámetro entre  $0.01$  y  $0.1 \mu\text{m}$ .

La Moda de **Acumulación** comprende partículas de tamaños entre  $0.1$  y  $1 \mu\text{m}$ . Algunas de estas partículas se eliminan por procesos lentos de deposición húmeda. Las partículas incluidas en el rango de la Moda **Gruesa** poseen un tamaño superior a  $1 \mu\text{m}$ . En su mayoría son generadas por procesos mecánicos primarios como la resuspensión de polvo, aerosol marino, partículas de origen biológico, emisiones antropogénicas y naturales (actividades volcánicas, etc.).

### 2.5.3 COMPOSICIÓN MINERALÓGICA Y QUÍMICA DEL MATERIAL PARTICULADO

El Material Particulado puede considerarse como un sistema complejo desde el punto de vista mineralógico y químico. Dependiendo de las zonas de muestro (rurales, urbanas, Industriales, fuentes naturales...), la mineralogía y química global de las partículas es muy variada. Se pueden considerar los siguientes grupos principales:

- Fracción mineral.
- Aerosol marino.
- Compuestos Inorgánicos Secundarios (CIS).
- Compuestos Orgánicos.

A estos grupos generales hay que añadir otros compuestos complejos derivados de las actividades volcánicas, los cuales aportan concentraciones anómalas desde un punto de vista geoquímico a la Atmósfera.

Estas partículas se caracterizan por su granulometría predominantemente gruesa, aunque dependiendo de la velocidad del viento pueden encontrarse partículas en el rango de las finas (Alfaro et al., 1998). Su transporte puede alcanzar dimensiones intercontinentales, por ejemplo aquellas partículas incluidas en las masas de aire procedentes del desierto del Sahara (e.g. Prospero, 1999; Rodríguez et al., 2002a) y del Gobi (Xuan y Sokolik, 2002). Durante las erupciones volcánicas también se emiten partículas primarias que pueden alcanzar la Estratosfera (e.g. Finlayson-Piits y Pitts, 2000; Duran et al., 2010).

### 2.5.4 LOS METALES

Según la clasificación más sencilla, los elementos metálicos se pueden categorizar en dos grupos: los metales pesados y los metales ligeros. Los metales pesados son éstos que tienen densidades cinco veces mayores que el agua. Ellos son en general los elementos de transición y algunos representativos tal como el Pb y Ag en la parte inferior del borde derecho de la tabla periódica, y los metales ligeros, aquellos que tienen bajas densidades. Tal como ocurre con varios otros términos, no existe una definición universalmente aceptada para el de "metal pesado". Es de cierto modo curioso la definición que da

Fergusson, 1990, al considerar los metales pesados los diez elementos Se, Cd, In, Sb, Te, Hg, Tl, Pb y Bi, al basar su clasificación en tres condiciones:

- ✓ Ser relativamente abundante en la corteza;
- ✓ Tóxico para los seres humanos y
- ✓ Que su ciclo biogeoquímico haya tenido que ser significativamente modificado.

#### 2.5.5 EFECTO DE LAS EMISIONES VOLCÁNICAS EN LA SALUD

Desde el punto de vista de los efectos en la salud, los gases volcánicos pueden ser clasificados en irritantes y no irritantes.

**Irritantes:** pueden ejercer sus efectos a mucha menor concentración y a muchos kilómetros del volcán. Su acción irritante la efectúan a nivel del árbol respiratorio y sobre el resto de mucosas con las que entra en contacto, provocando de esta manera ojo rojo, lagrimeo, odinofagia, estornudos, etc.

La afección del tracto aéreo depende del tiempo de exposición, de la concentración del gas en el aire y de la solubilidad acuosa. Así los gases poco solubles penetran con facilidad hasta los alvéolos, provocando tos, bronco espasmo, dolor torácico y fundamentalmente insuficiencia respiratoria por afectación del intercambio gaseoso, es decir, hipoxemia.

Estas afecciones son provocadas por la inhalación de las siguientes sustancias:

- “La inhalación de bióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) provoca constricción del tracto respiratorio y aumenta las resistencias al flujo del aire, por lo que se observan cambios en los patrones normales de la función pulmonar. Se requiere de una dosis pequeña de bióxido de azufre para producir una respuesta biológica, como la irritación e inflamación de las vías respiratorias, las conjuntivas y la piel, además de la exacerbación de enfermedades respiratorias crónicas, que ocurre durante o algún tiempo después de la manifestación”.



- “Sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) en bajas concentraciones puede irritar los ojos y ocasionar depresión. En altas concentraciones irrita el tracto respiratorio superior y, en exposiciones prolongadas, produce edema pulmonar. En una exposición de 30 minutos a 500 partes por millón (ppm) produce dolor de cabeza, excitación, inestabilidad al caminar y diarrea. En algunas ocasiones se puede presentar bronquitis o bronconeumonía.
- Cloruro de hidrógeno (HCl) irrita las membranas mucosas de los ojos y el tracto respiratorio. Para concentraciones por encima de 35 ppm se irrita la garganta después de una exposición corta. Por encima de 100 ppm se produce edema pulmonar y a menudo espasmo laríngeo.
- Fluoruro de hidrógeno (HF), irritante muy fuerte que causa conjuntivitis, irritación en el tracto respiratorio, degeneración de huesos y dientes. En los animales, al ser consumido en el pasto en concentraciones mayores a 250 ppm y con menos de 1 cm de espesor de ceniza, ocasiona su muerte por flúorosis que destruye los huesos”.

**No irritantes:** la acumulación de los gases asfixiantes o no irritantes en concentraciones letales es más probable en las pendientes de un volcán, dentro de un cráter o cerca de una fisura. Actúan sin provocar lesiones a nivel local, se absorben hacia la sangre y ejercen su efecto a nivel sistémico, interfiriendo fundamentalmente la cadena respiratoria tisular. De esta manera provocan hipoxia tisular, por lo que se denominan gases asfixiantes. Los representantes más importantes de este grupo son los cianuros y el monóxido de carbono. Otro grupo de gases son aquellos cuyo efecto lo ejercen desplazando al oxígeno del aire inspirado: dióxido de carbono, nitrógeno.

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es más pesado que el aire y puede acumularse en las áreas bajas, alcanzando eventualmente altas concentraciones que pueden terminar con la vida de personas, animales y plantas.

A continuación resumimos las características, el impacto y las acciones preventivas:

Evento eruptivo: emisión y caída de ceniza			
Tipo de afectación	Consecuencias	Impacto a la comunidad	Acciones preventivas
Respiratoria	Inhalación de ceniza fina, <10 micras de diámetro.	Asma, recrudecimiento de enfermedades pulmonares previas.	Pruebas de laboratorio para medición de partículas. Uso de mascarilla de alto rendimiento. Protección de casas y oficinas de la infiltración de ceniza.
	Inhalación de polvo de sílice (presencia de sílice, cuarzo).	Silicosis si existe una exposición fuerte y continua (años).	Análisis de laboratorio para identificar sílice. Equipo protector respiratorio.
Tóxicas	Ingestión de agua contaminada con flúor, metales pesados (aluminio, cobre, arsénico).	Malestar gastrointestinal. Puede llevar a la muerte en personas vulnerables (enfermos crónicos).	Pruebas de laboratorio que identifiquen elementos tóxicos. Evitar las aguas superficiales para beber.
	Ingestión de alimentos contaminados (como en el caso anterior), incluida la leche.		Pruebas de laboratorio que determinen si existen elementos tóxicos. Observar la salud de los animales. Análisis de laboratorio de la leche.
Oculares	Cuerpos extraños en ojos.	Conjuntivitis; desgaste de las córneas.	Gafas protectoras para exposiciones fuertes (trabajadores al aire libre).

Fuente: Guía de preparativos de salud frente a erupciones volcánicas Módulo 4 Salud ambiental y el riesgo volcánico.

### 2.5.6 PROBLEMAS DERIVADOS POR LA EXPOSICIÓN A PM10

Los mecanismos de defensa del cuerpo humano tienen la capacidad de remover partículas inhaladas con diámetros superiores a 10  $\mu\text{m}$ , sin embargo, las partículas con diámetros menores (conocidas como —inhalables ) pueden ingresar y depositarse en el sistema respiratorio humano. Según la US EPA, 2009 la exposición a PM10 ya sea a corto plazo (24 horas) o largo plazo (años), ha sido relacionada con enfermedades y muertes debido a la generación de problemas cardiacos y pulmonares. La exposición a niveles altos de PM10 genera problemas en la salud que se incrementan progresivamente. El riesgo va desde la irritación de las vías respiratorias, tos, dificultad para respirar, disminución de la función pulmonar, asma agravada, desarrollo de bronquitis crónica, arritmia cardiaca, infartos no letales y muerte prematura en personas con problemas del corazón y pulmones.

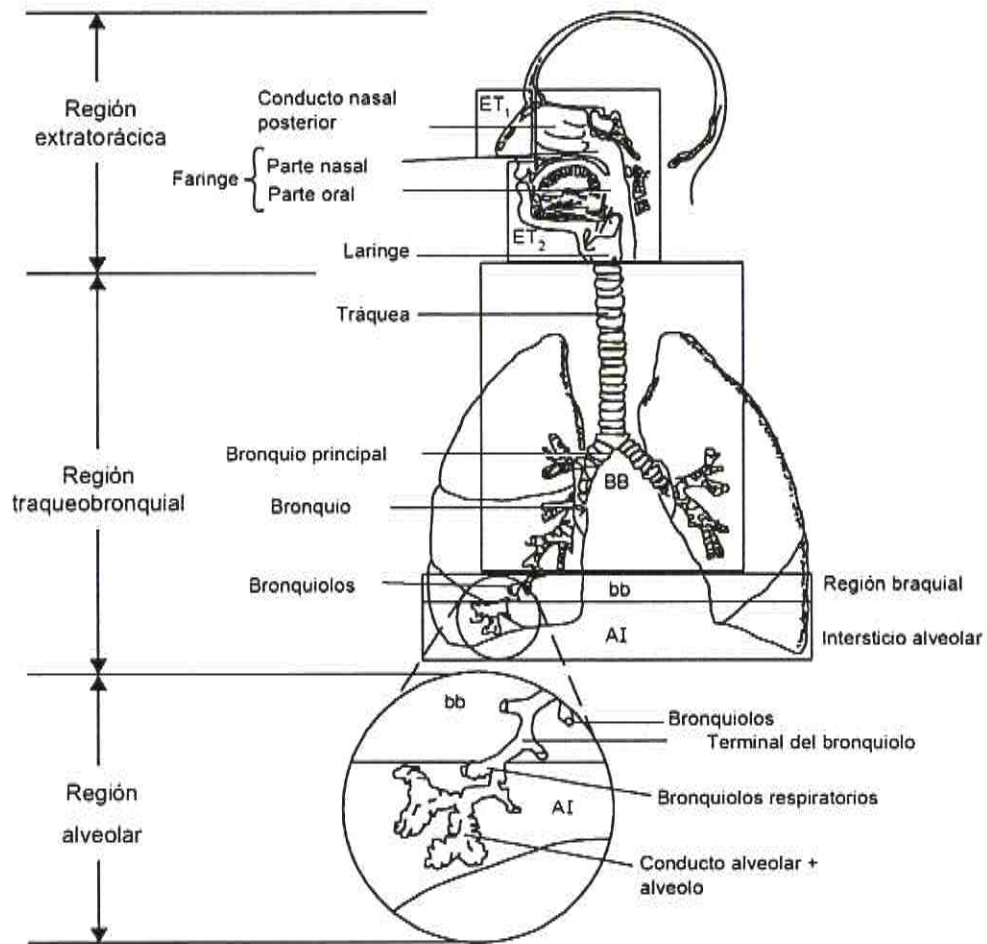


Diferentes estudios realizados en ciudades preocupadas por la calidad del aire han evidenciado la relación existente entre el incremento de casos por Infecciones respiratoria aguda (IRAs), asociados al aumento de contaminantes como el PM10 y PM2.5 (partículas menores a 2.5 micrómetros de diámetro).

La interpretación de las reacciones que produce la contaminación atmosférica por Material particulado en la salud humana se fundamenta en estudios toxicológicos y epidemiológicos. En los estudios toxicológicos experimentales en el hombre o animales, es el investigador quien controla la concentración, duración y condiciones de exposición. En los estudios epidemiológicos se observa los sucesos que se desarrollan en las poblaciones humanas bajo condiciones naturales. En este caso como medida de contaminación atmosférica se utilizan normalmente los datos de las Redes de Calidad del Aire. (Ballester et al., 1999).

La atmósfera es la parte del medio ambiente en la cual el ser humano está permanentemente en contacto, por lo tanto el sistema respiratorio constituye la principal vía de entrada al organismo para el material particulado atmosférico (MPA). El grado de penetración dependerá del tamaño de partícula, ya que a menor tamaño, la partícula podrá eludir más fácilmente los mecanismos de defensa del sistema respiratorio. Según criterios de la UNE (EN 12341, 1999) podemos clasificar el MPA en fracción inhalable ( $< 30\mu\text{m}$ ), fracción extratorácica ( $>10\ \mu\text{m}$ ), fracción torácica ( $<10\ \mu\text{m}$ ), fracción traqueobronquial ( $10\text{-}2.5\ \mu\text{m}$ ) y fracción alveolar ( $<2.5\ \mu\text{m}$ ) (ver figura 04.)





**Figura 04:** Clasificación del Material Particulado Atmosférico y su clasificación inhalable.

Los efectos que pueden producir son muy diversos debido a la variabilidad de granulometría, composición química y morfología que podemos encontrar. Diversos estudios epidemiológicos (Schwartz, 1994; Dockery y Pope, 1996, WHO, 2006; Analitis et al., 2006) ponen de manifiesto la existencia de una relación directa entre los niveles de PM<sub>10</sub> (material particulado con diámetro < 10 µm; partículas torácicas) y el número de muertes y hospitalizaciones diarias debidas a enfermedades pulmonares y cardiovasculares.

En la Tabla siguiente se presentan algunos indicadores de los efectos en la salud producidos por partículas en suspensión. Se relaciona un incremento de concentración de

MPA ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) con el cambio en % de cada indicador de efecto sobre la salud (Dockery y Pope. 1994).

Indicador del efecto sobre la salud	Cambio (%) del indicador de efecto asociado a un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{10}$
<b>Incremento de mortalidad diaria</b>	
-Muertes por todas las causas	1.0
-Muertes por causas respiratorias	3.4
-Muertes por causas del aparato circulatorio	1.4
<b>Incremento de la demanda de atención hospitalaria(enfermedades respiratorias)</b>	
-Ingresos	0.8
-Urgencias	1.0
<b>Exacerbación del asma</b>	
- Crisis asmáticas	3.0
- Uso de broncodilatadores	2.9
- Visitas a urgencias	3.4
- Ingresos Hospitalarios	1.9
<b>Disminución del la función pulmonar</b>	
-Volumen expiratorio máximo por segundo.	0.15
-Flujo expiratorio maximo.	0.08

*Estimación de los efectos asociados a los niveles medios diarios de contaminación atmosférica por partículas en suspensión (Dockery y Pope. 1994).*

La contaminación atmosférica produce daños tanto estéticos como físicos en los materiales de forma que edificios, monumentos y obras de arte pueden verse perjudicadas por la deposición seca o húmeda del Material particulado. Los daños físicos se producen por la deposición húmeda de contaminantes como material particulado (principalmente sulfatos y nitratos) y  $\text{SO}_2$  que aceleran los procesos normales de degradación por agentes atmosféricos. (EPA, 2004).

Los efectos corrosivos producidos por MPA y el  $\text{SO}_2$  dependen del tipo de material. Los efectos producidos por los contaminantes en los metales han de sumarse a la corrosión

que de forma natural producen los agentes atmosféricos. Numerosos estudios sugieren que los contaminantes atmosféricos pueden incrementar los procesos naturales producidos por los agentes atmosféricos sobre los materiales de construcción. El desarrollo de costras en los monumentos es atribuido a la interacción del material con azufre, deposición seca o húmeda de partículas y a la deposición húmeda de yeso desde la atmósfera (Zappia et al., 1998).

Desde un punto de vista de **cambio climático** y efecto del Material particulado sobre los ecosistemas, las partículas atmosféricas alteran la cantidad de radiación solar transmitida a través de la atmósfera terrestre. La absorción de radiación solar por partículas atmosféricas junto a la captura de radiación infrarroja emitida por la superficie terrestre por parte de ciertos gases, intensifica el calentamiento de la superficie terrestre y la baja atmósfera, es el conocido efecto invernadero.



### CAPITULO III

#### FUNDAMENTO DEL MONITOREO AMBIENTAL DE LA CALIDAD DEL AIRE 2014

##### 3.1 MARCO LEGAL:

- Ley N° 26842 Ley General de Salud (Capítulo VIII, art. 106): La Autoridad de Salud establecerá las medidas de prevención y control indispensables para que cesen los actos de contaminación ambiental que ponga en riesgo la salud de la población.
- Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos, Resolución Directoral N° 1404-2005-DIGESA/SA.
- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, Decreto Supremo N° 074-2001-PCM.
- Estándares de Calidad Ambiental para Aire Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM.

##### 3.2 METODOLOGIA DE MUESTREO:

###### MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS

Para el muestreo de las Partículas Menores a 10 micras, se empleó un equipo muestreador de alto volumen con cabezal selector de partículas de diámetro inferior a 10 micras, un motor de aspersion de alto flujo, el cual succiona el aire del ambiente haciéndolo pasar a través de un filtro de fibra de cuarzo. La concentración de las partículas suspendidas se calcula determinando el peso de la masa recolectada y el volumen de aire muestreado. Las unidades de Partículas Menores a 10 micras se expresan en microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

###### DIOXIDO DE AZUFRE

Para las mediciones de Dióxido de Azufre DIGESA empleó un equipo automático a tiempo real marca Thermo Electrón Corporation modelo 450C. El principio de funcionamiento es Pulso Fluorescencia. Dicho equipo registra continuamente datos de concentraciones de gases en unidades de microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Igualmente se aplicó el método activo a través del sistema de tren de muestreo que es determinado por absorción del gas en solución de captación de peróxido de Hidrogeno a razón de flujo de 2.3 a 2.5 litros por minuto en un periodo de muestreo de 24 horas. El análisis se efectúa por turbidimetría, generando resultados en microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

#### **METALES PESADOS**

Son obtenidos del filtro empleado en el muestreo de PM10, del cual se hace un tratamiento químico con ácido nítrico y luego de filtrar, evaporar y concentrar la prueba, se lee en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica. Las unidades de los metales pesados se encuentran expresados en microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

#### **3.3 COMPORTAMIENTO EPIDEMIOLOGICO DEL VOLCAN SAN PEDRO, 2014.**

La información que a continuación se detalla ha sido proporcionada por la oficina de Epidemiología.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA CIRCUNDANTE AL VOLCÁN SAN PEDRO DEL DISTRITO DE UBINAS  
2014

Morbilidad Total por Semanas Epidemiológicas Volcán San Pedro del Distrito de Ubinas, 2014																							
Región de Salud Moquegua																							
Enfermedad	Semanas Epidemiológicas																						
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Total						
Faringitis Aguda	1	8	8	17	11	12	34	65	60	39	66	46	23	22	27	34	473						
Conjuntivitis			2	4		18	22	60	47	3	19	13	5	9	3	7	212						
Sano			26	24	8	11	8	4	4		15	17		5	2	10	134						
Cefalea tensional	1			1		9	12	32	11	9	9	6	4	6	1	2	103						
Gastritis	8	10	2			4	12	11	8	9	9	7	6	6	3	3	98						
resfrío común								7	4	13	22	9	8	21	4	7	95						
episodio depresivo leve							2	60	25		1						88						
Traumatismo, lesión	1	2	2	1	2	2	1	2	3	1	4	15	4	10	9	3	62						
Artrosis		6	2	4		12	2	20		1		6	1	2	1	1	58						
Lumbalgia	5			1	3	2	12	10	1	6		4	2	4	4	2	56						
EDA	1		3	3	1		11	6	3	4	4	8	5	1	1	3	54						
Vacunación							3			9	2	21		5		7	47						
parasitosis							6	36	1			1	1				45						
dermatitis				2	1	4	4	1	7		9	3	1	5	2		39						
HTA	2	1				2	7	6	4	1		4	3	1	1	5	37						
Artralgia			3				2	6		1	1		6	4	3	3	29						
cólico abdominal				2		4		6	2	2	5				2	2	25						
bronquitis aguda							1	7	2	1	4	4	2	1	2		24						
ITU	3	3			2	3				2	1	1	1	1	1	1	20						
Planificación Familiar				2			2	2	2	2	3	2			2	3	20						

Fuente: Oficina de Epidemiología, 2014.



10 PRINCIPALES MORBILIDADES EN ZONAS CERCANAS AL VOLCÁN SAN PEDRO DEL DISTRITO DE UBINAS, 2014

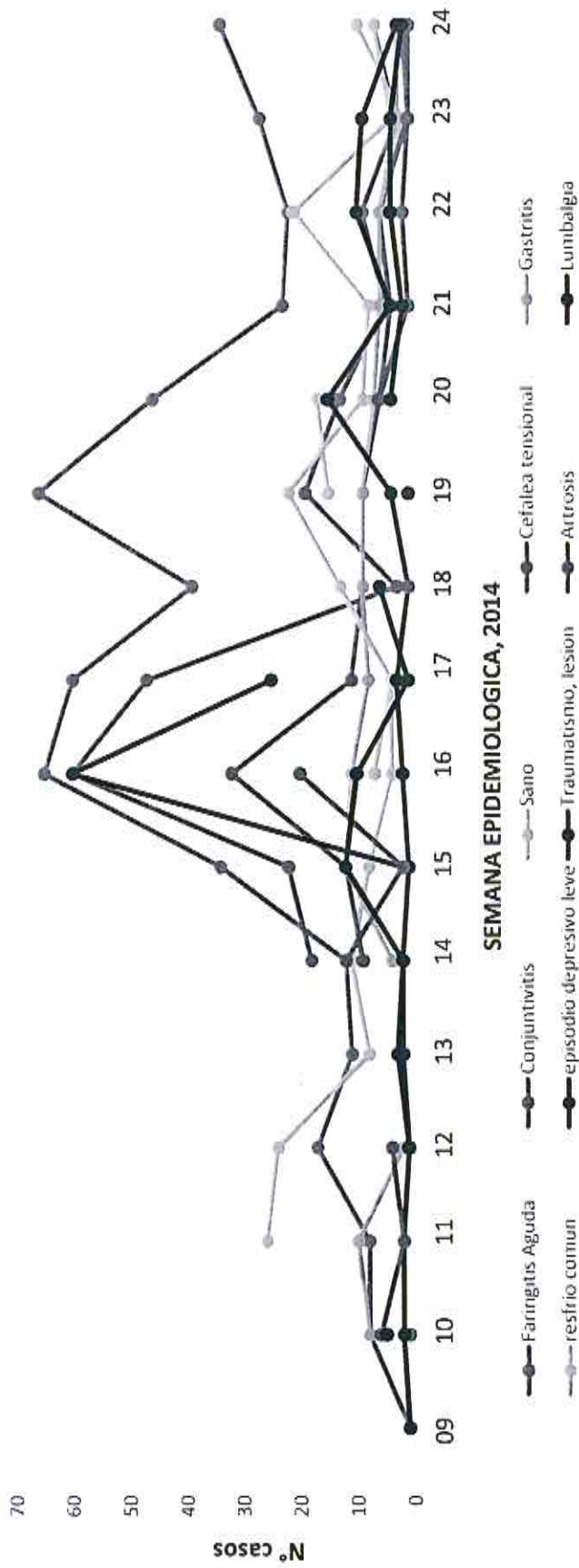


Grafico 01: Comportamiento de las morbilidades en las zonas circundantes al Volcán San Pedro.

Morbilidad por Localidades hasta Semana Epidemiología 24, Volcán San Pedro del Distrito de Ubinas, 2014

Región de salud Moquegua

Enfermedad	Localidades											Total
	Ubinas	Salinas Moche	Anascope	Huatahua	Matalaqui	Albergue Sancaya	Albergue Sacohay	Queropi	Para	San Carlos Tite	Quinsa chata	
Faringitis Aguda	194	111	76	23	22	6	17	17	7			473
Conjuntivitis	79	50	30	8	15	7	6	8	4	1	4	212
Sano	93	5	2	25	7		2					134
Cefalea tensional	39	11	16	3	2	6	13	11	1	1		103
Gastritis	54	16	4	2	7	3	2	6	1	3		98
resfrío común	38	6	16	18	3	1	9		3	1		95
episodio depresivo leve	83			2	1			2				88
Traumatismo, lesión	33	4	4	7	13		1					62
Artritis	34	2	5	4	6	4		2		1		58
Lumbalgia	36	1	1	11	5		1			1		56
EDA	24	10	6	4	4	1		4	1			54
Vacunación	3			34	8	2						47
parasitosis	37		1	1	2	4						45
dermatitis	29	6	1		1		2					39
HTA	12	6	7	2	4	2		4				37
Artralgia	10		3	3	13							29
cólico abdominal	17				2	2		4				25
bronquitis aguda	8	6	4		2	2	1		1			24
ITU	13	2	2	2	1							20
Planificación Familiar	8		2	4	4	2						20

Fuente: Oficina de Epidemiología, 2014.

**CINCO PRINCIPALES ENFERMEDADES PRESENTES EN LAS ZONAS CIRCUNDANTES AL VOLCAN SAN PEDRO**

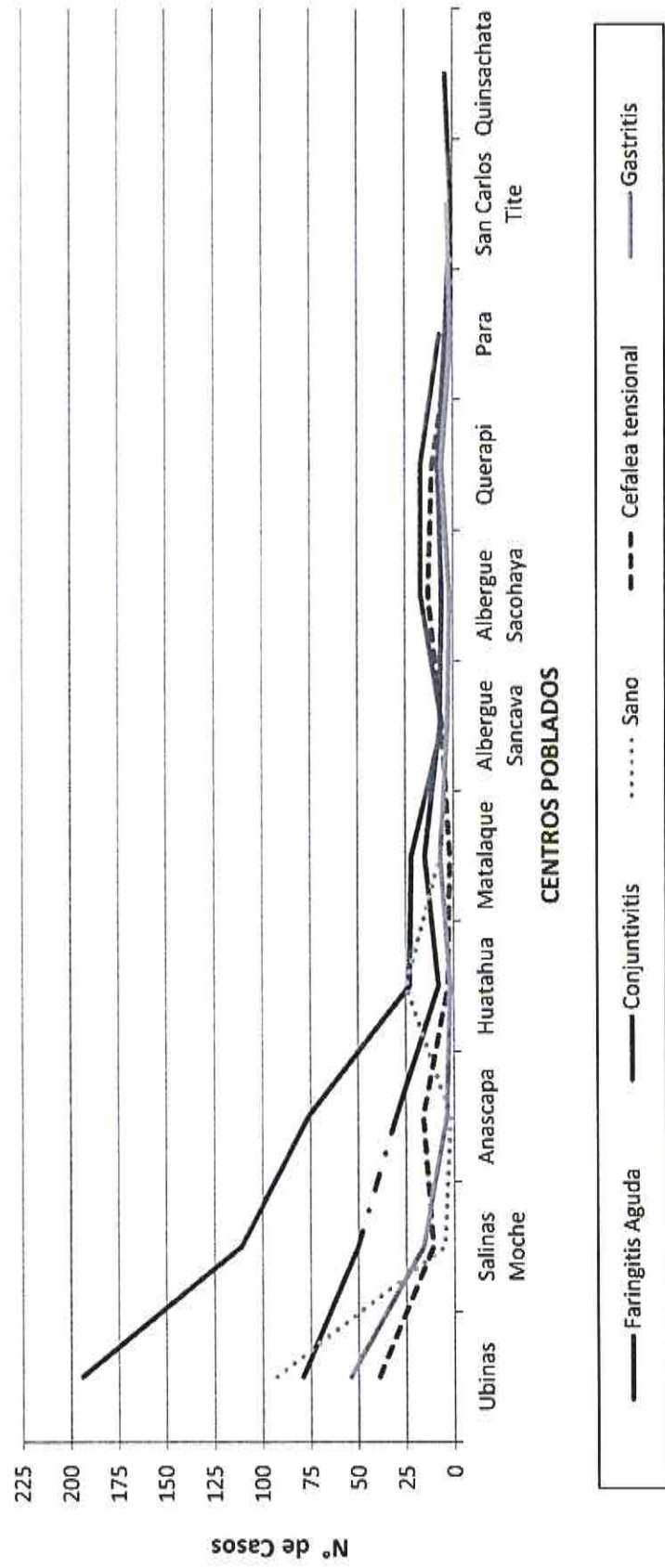


Grafico 02: Comportamiento de las cinco principales causas de morbilidades en las zonas circundantes al Volcán San Pedro.



### 3.4 IDENTIFICACION DE LOS PUNTOS DE MONITOREO PERIODO 2014.

#### 3.4.1 RESULTADOS DE LA DIRECCION REGIONAL DE SALUD MOQUEGUA, 2014.

Para el presente Diagnostico la Dirección Regional de Salud Moquegua a través de la Dirección Salud Ambiental Moquegua estableció cuatro puntos de monitoreo de Material Particulado menor a 10 micras por un periodo de 02 días por punto de monitoreo que a continuación se detalla.

PUNTO DE MONITOREO	DESCRIPCION	COORDENADAS UTM		ALTITUD
		NORTE	ESTE	m.s.n.m.
E - 1	SACOHAYA (Albergue de Querapi)	8 185 451	299 980	3 720
E - 2	UBINAS (C.S. Ubinas)	8 187 580	301 416	3 424
E - 3	LLOQUE (Hotel de Lloque)	8 194 434	314 226	3 334
E - 4	ANASCAPA (P.S. Anascapa)	8 182 795	301 669	3 418

#### FICHA DE IDENTIFICACION

PUNTOS DE MONITOREO	
E-1	<b>SACOHAYA (Albergue de Querapi)</b>
Descripción	El Albergue de Querapi está ubicado en el pueblo de Sacohaya, anexo del Distrito de Ubinas, Provincia General Sánchez Cerro, Región Moquegua, aproximadamente a 07 kilómetros del volcán San Pedro.
E-2	<b>UBINAS (C.S. Ubinas)</b>
Descripción	El Centro de Salud está ubicado en el Distrito de Ubinas, Provincia General Sánchez Cerro, Región Moquegua, aproximadamente a 08 kilómetros del volcán San Pedro.
E-3	<b>LLOQUE (Hotel de Lloque)</b>
Descripción	El Hotel de Lloque está ubicado en el Distrito de Lloque a 30 kilómetros del volcán San Pedro aproximadamente, el

	distrito de Lloque está ubicado en la Región Moquegua, Provincia General Sánchez Cerro.
<b>E-4</b>	<b>ANASCAPA (P.S. Anascapa)</b>
<b>Descripción</b>	El Puesto de Salud de Anascapa está ubicado en el Distrito de Ubinas, Provincia General Sánchez Cerro, Región Moquegua, aproximadamente a 13 kilómetros del volcán San Pedro.

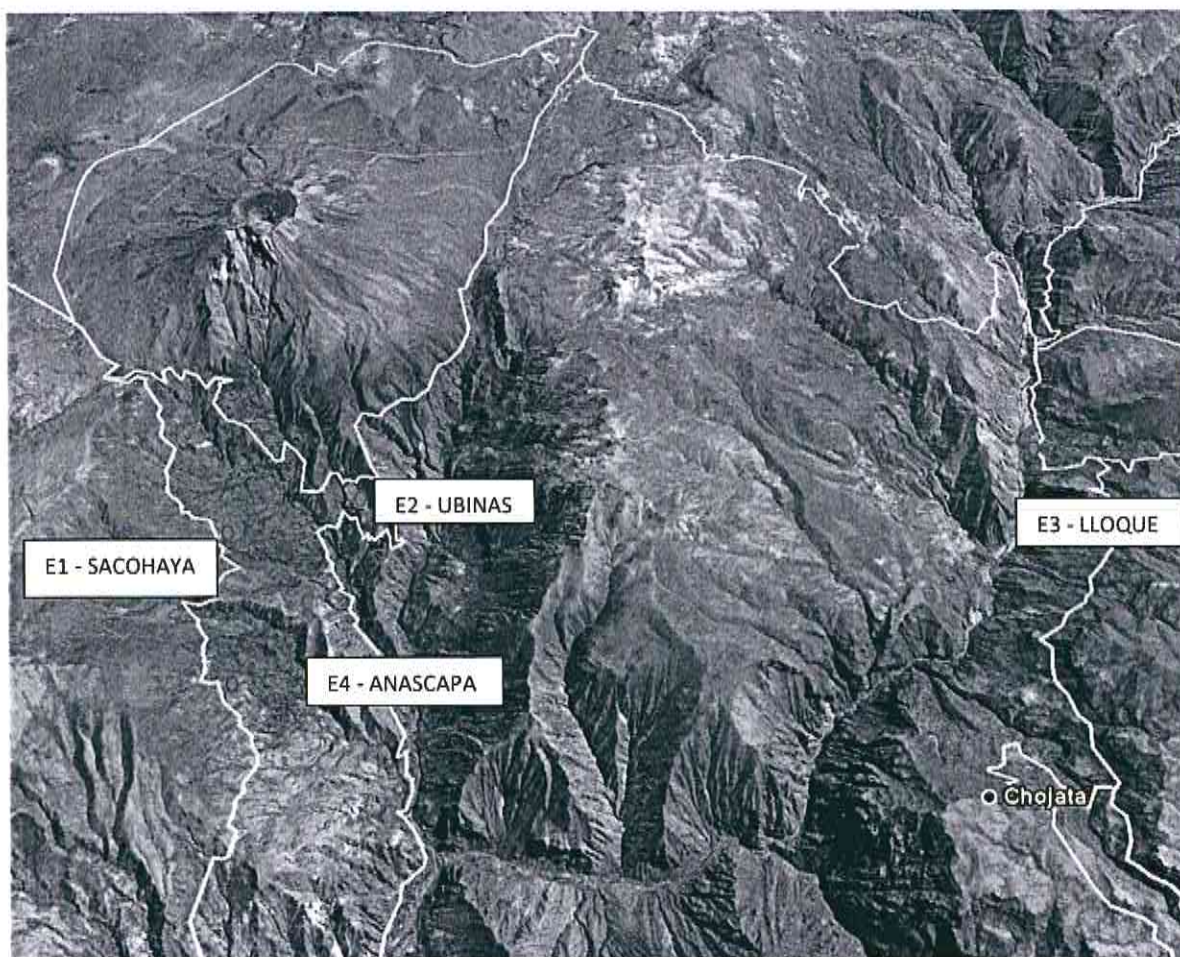


Figura 05: Ubicación de puntos de Monitoreo Dirección Regional de Salud Moquegua.



**Cuadro 07: Concentraciones de Material Particulado Menor a 10 Micras (PM10) en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

PUNTO DE MONITOREO	LUGAR	FECHA INICIO	FECHA FINAL	PERIODO DE LA MUESTRA	CONCENTRACIONES ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ECA 24 HORAS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ECA ANUAL ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
E - 1	Sacohaya (Albergue de Querapi)	22/04/14	23/04/14	24 Horas	116.64	150	50
		23/04/14	24/04/14	24 Horas	122.56		
E - 2	Ubinas (C.S. Ubinas)	24/04/14	25/04/14	24 Horas	91.83		
		25/04/14	26/04/14	24 Horas	93.35		
E - 3	Lloque (Hotel Lloque)	26/05/14	27/05/14	24 Horas	147.57		
		27/05/14	28/05/14	24 Horas	133.15		
E - 4	Anascapa (P.S. Anascapa )	29/05/14	30/05/14	24 Horas	172.95		
		30/05/14	31/05/14	24 Horas	93.44		

**Cuadro 08: Concentraciones de metales pesados en el aire en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

PUNTO DE MONITOREO	LUGAR	FECHA DE INICIO	CONCENTRACIONES ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						
			Cu	Pb	Mn	Fe	Zn	Cr	Cd
E - 1	Sacohaya (Albergue de Querapi)	22/04/14	0.090	0.022(*)	0.065	2.663	0.083(*)	0.008(*)	0.003(*)
		23/04/14	0.078	0.022(*)	0.077	3.380	0.083(*)	0.009	0.003(*)
E - 2	Ubinas (C.S. Ubinas)	24/04/14	0.069	0.022(*)	0.046	2.772	0.083(*)	0.009	0.003(*)
		25/04/14	0.045	0.022(*)	0.017	0.847	0.083(*)	0.008(*)	0.003(*)
<b>Limites Normatividad de Canadá (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) (24h)</b>			<b>50.0</b>	<b>0.5</b>	<b>2.5</b>	<b>25.0</b>	<b>120.0</b>	<b>1.5</b>	<b>2</b>

Nota: Los valores están expresados en microgramos por metro cubico

(\*) Concentraciones referenciales menores al límite de cuantificación del laboratorio. Comparativo con normatividad canadiense



### CONCENTRACIONES DE PM<sub>10</sub>, 2014 (µg/m<sup>3</sup>)

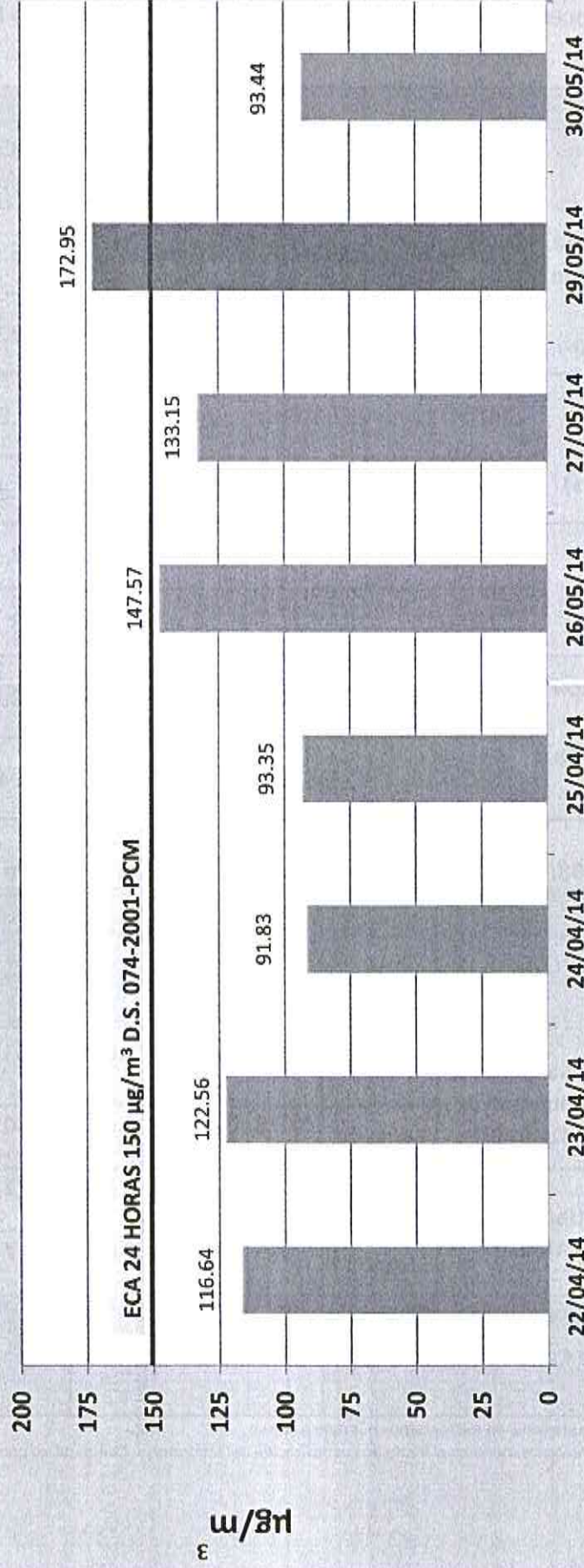


Gráfico 03: Concentraciones de Material Particulado menor a 10 micras determinados por la Dirección Regional de Salud Moquegua para las zonas circundantes al volcán San Pedro.

**3.4.2 RESULTADOS DE LA DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL (DIGESA), 2014.**

Para la presente evaluación la Dirección General de Salud Ambiental DIGESA estableció tres puntos de monitoreo para Material Particulado menor a 10 micras y tres puntos de monitoreo para Dióxido de Azufre que a continuación se detalla.

PUNTO DE MONITOREO	DESCRIPCION	COORDENADAS UTM		ALTITUD
		NORTE	ESTE	m.s.n.m.
E - 1	SACOHAYA (Albergue de Querapi)	8 185 449	299 9976	3 720
E - 2	ESCACHA(Calle los Ángeles S/N)	8 186 745	304 386	3 280
E - 3	UBINAS (C.S. Ubinas)	8 187 564	304 386	3 424

**FICHA DE IDENTIFICACION**

PUNTOS DE MONITOREO	
<b>E-1</b>	<b>SACOHAYA (Albergue de Querapi)</b>
<b>Descripción</b>	El Albergue de Querapi está ubicado en el pueblo de Sacohaya, anexo del Distrito de Ubinas, Provincia General Sánchez Cerro, Región Moquegua, aproximadamente a 07 kilómetros del volcán San Pedro.
<b>E-2</b>	<b>ESCACHA( plaza, Calle los Ángeles S/N)</b>
<b>Descripción</b>	El poblado de Escacha está ubicado aproximadamente a 15 kilómetros del volcán San Pedro. El poblado de Escacha se encuentra en el Distrito de Ubinas, Provincia General Sánchez Cerro, Región Moquegua.
<b>E-3</b>	<b>UBINAS (C.S. Ubinas)</b>
<b>Descripción</b>	El Centro de Salud está ubicado en el Distrito de Ubinas, Provincia General Sánchez Cerro, Región Moquegua, aproximadamente a 08 kilómetros del volcán San Pedro.



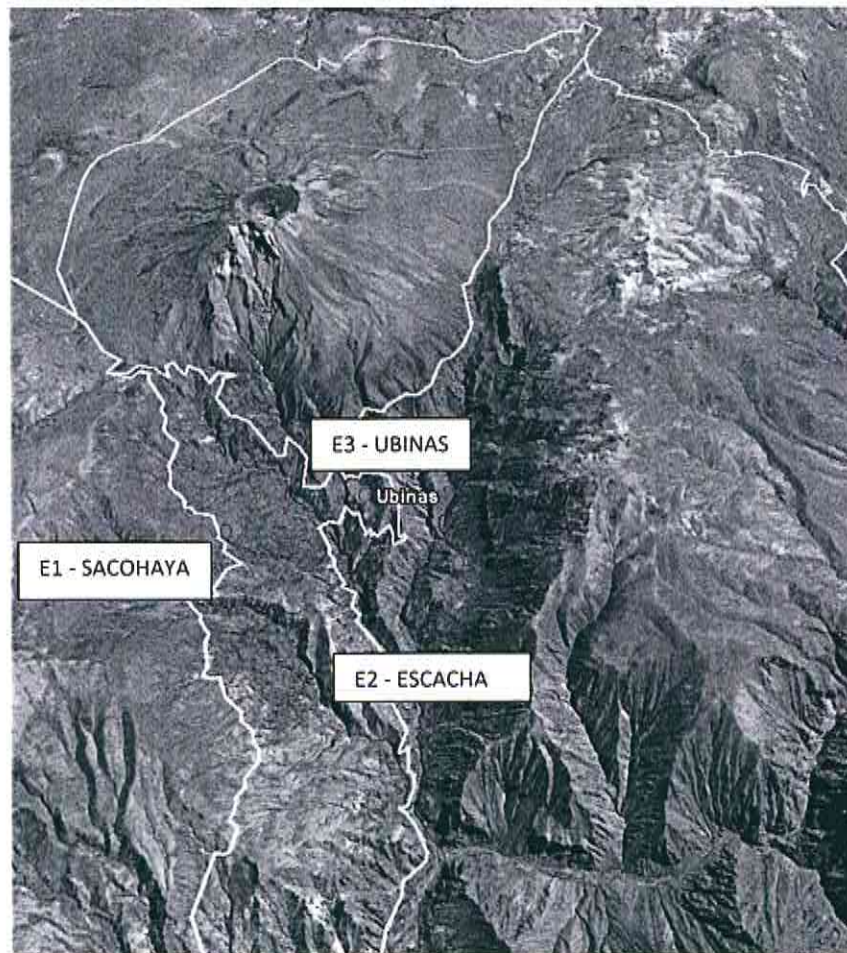


Figura 06: Ubicación de puntos de Monitoreo Dirección General de Salud Ambiental DIGESA.



**Cuadro 09: Concentraciones de Material Particulado Menor a 10 Micras (PM10) en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

PUNTO DE MONITOREO	LUGAR	FECHA INICIO	FECHA FINAL	PERIODO DE LA MUESTRA	CONCENTRACIONES ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ECA 24 HORAS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ECA ANUAL ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
E - 1	Sacohaya (Albergue de Querapi)	25/04/14	26/04/14	24 Horas	202.1	150	50
		26/04/14	27/04/14	24 Horas	113.3		
		27/04/14	28/04/14	24 Horas	277.5		
		28/04/14	29/04/14	24 Horas	138.8		
		29/04/14	30/04/14	24 Horas	145.0		
E - 2	ESCACHA (Plaza del C.P. Escacha)	25/04/14	26/04/14	24 Horas	275.4		
		26/04/14	27/04/14	24 Horas	63.0		
		27/04/14	28/04/14	24 Horas	157.7		
E - 3	Ubinas (C.S. Ubinas)	28/04/14	29/04/14	24 Horas	278.7		
		29/04/14	30/04/14	24 Horas	113.4		

Cuadro 10: Concentraciones de metales pesados en el aire en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

PUNTO DE MONITOREO	LUGAR	FECHA DE INICIO	CONCENTRACIONES ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						
			Cu	Pb	Mn	Fe	Zn	Cr	Cd
E – 1	Sacohaya (Albergue de Querapi)	25/04/2014	0.052	0.023(*)	0.096	3.616	0.087(*)	0.009	0.004(*)
		26/04/2014	0.044	0.033(*)	0.052	1.955	0.125(*)	0.012	0.005(*)
		27/04/2014	0.056	0.022(*)	0.071	5.251	0.085(*)	0.062	0.003(*)
		28/04/2014	0.041	0.024(*)	0.051	2.674	0.092	0.065	0.004(*)
		29/04/2014	0.043	0.027(*)	0.049	2.584	0.128	0.073	0.004(*)
E – 2	ESCACHA (Plaza del C.P. Escacha)	25/04/2014	0.080	0.023(*)	0.088	5.167	0.093	0.011	0.004(*)
		26/04/2014	0.024	0.022(*)	0.024	1.101	0.084(*)	0.054	0.003(*)
		27/04/2014	0.050	0.023(*)	0.050	2.790	0.088(*)	0.063	0.004(*)
E – 3	Ubinas (C.S. Ubinas)	28/04/2014	0.032	0.022(*)	0.044	5.422	0.082(*)	0.062	0.003(*)
		29/04/2014	0.027	0.027(*)	0.023	2.208	0.104(*)	0.080	0.004(*)
<b>Limites Normatividad de Canadá (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) (24h)</b>			<b>50.0</b>	<b>0.5</b>	<b>2.5</b>	<b>25.0</b>	<b>120.0</b>	<b>1.5</b>	<b>2</b>

Nota: Los valores están expresados en microgramos por metro cubico

(\*) Concentraciones referenciales menores al límite de cuantificación del laboratorio.

Comparativo con normatividad canadiense

## CONCENTRACIONES DE PM10, 2014 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

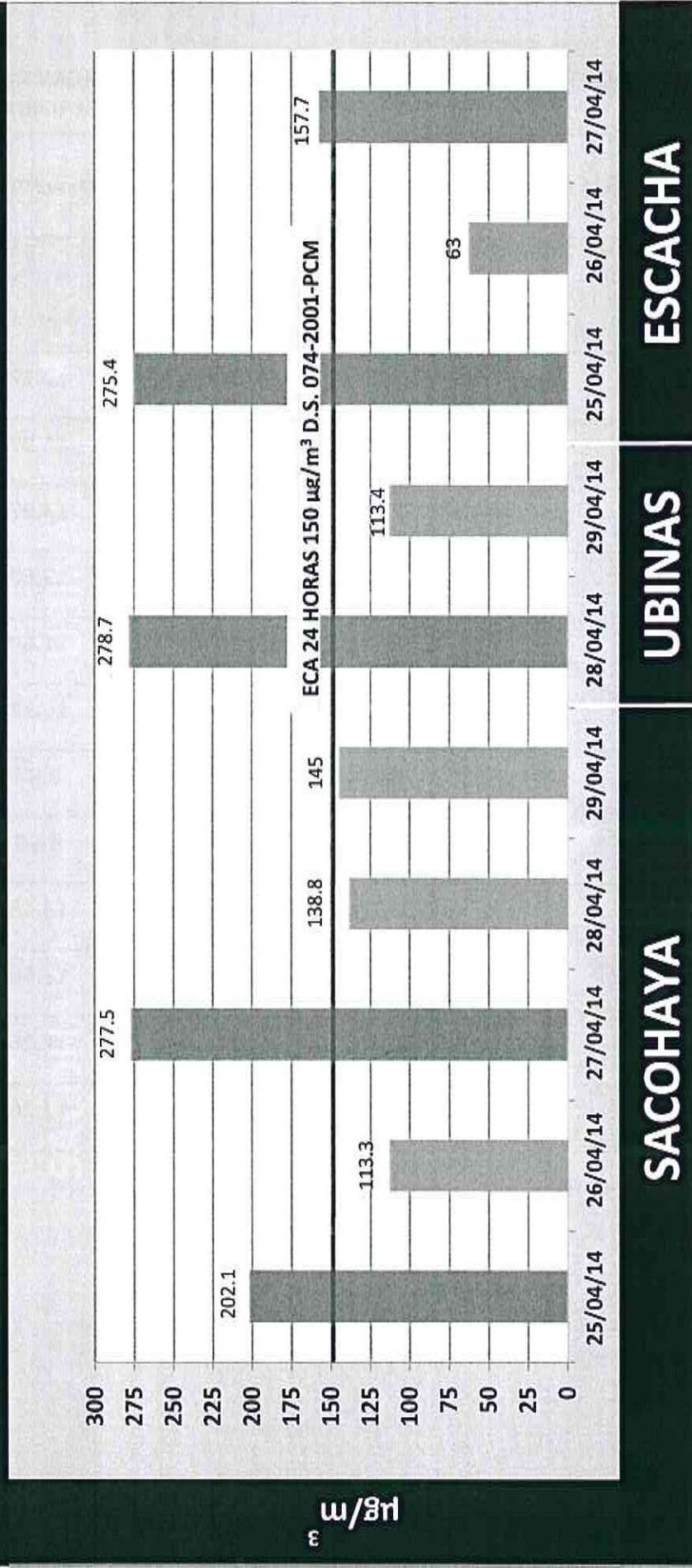


Gráfico 04: Concentraciones de Material Particulado menor a 10 micras determinados por la Dirección General de salud Ambiental (DIGESA) para las zonas circundantes al volcán San Pedro.



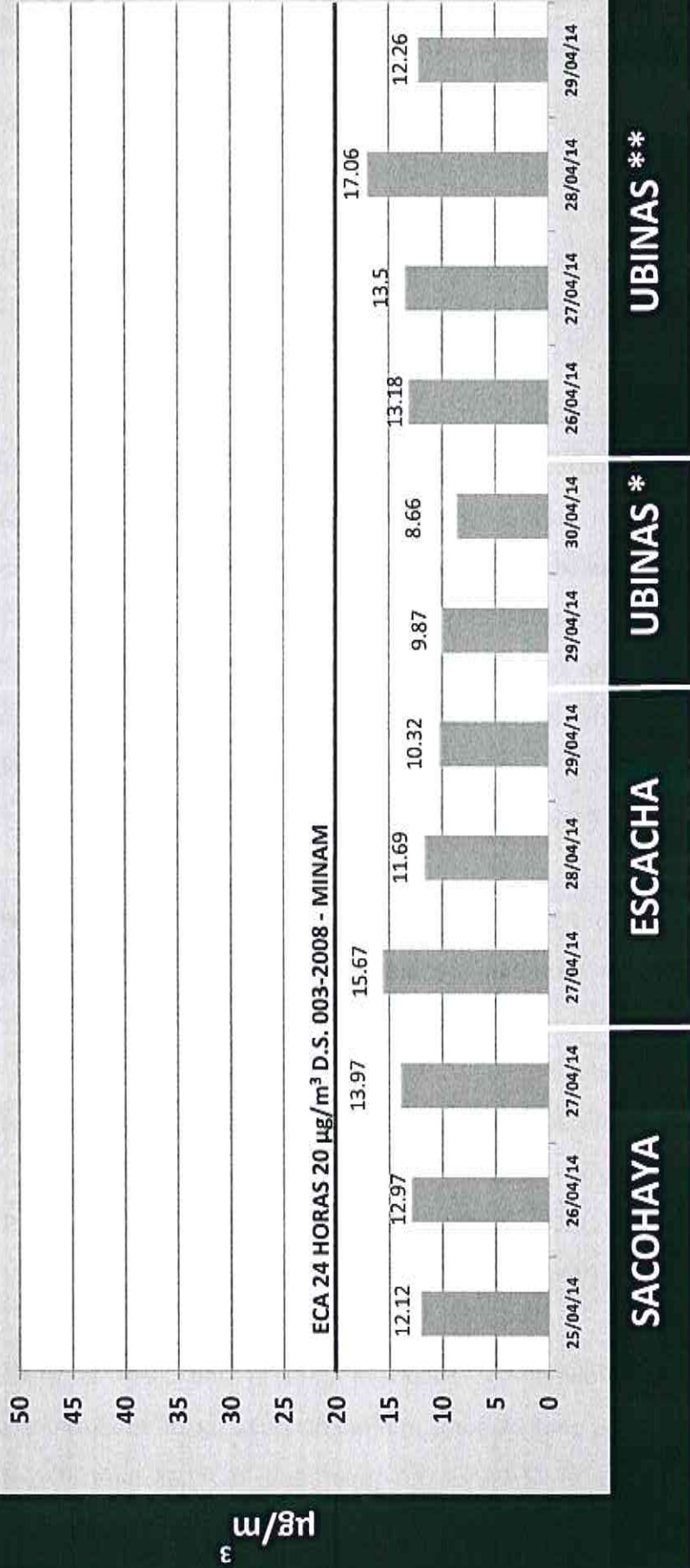
**Cuadro 11: Concentraciones de Dióxido De Azufre (SO<sub>2</sub>) en µg/m<sup>3</sup>.**

PUNTO DE MONITOREO	LUGAR	FECHA INICIO	FECHA FINAL	CONCENTRACIONES (µg/m <sup>3</sup> )	ECA 24 HORAS (µg/m <sup>3</sup> )
E - 1	Sacohaya (Albergue de Querapi)	25/04/14	26/04/14	12.12	20
		26/04/14	27/04/14	12.97	
		27/04/14	28/04/14	13.97	
E - 2	ESCACHA (Plaza del C.P. Escacha)	27/04/14	28/04/14	15.67	
		28/04/14	29/04/14	11.69	
		29/04/14	30/04/14	10.32	
E - 3 *	Ubinas (C.S. Ubinas)	29/04/14	30/04/14	9.87	
		30/04/14	01/05/14	8.66	
E - 3 **	Ubinas (C.S. Ubinas)	26/04/14	27/04/14	13.18	
		27/04/14	28/04/14	13.50	
		28/04/14	29/04/14	17.06	
		29/04/14	30/04/14	12.26	

(\*) : Equipo Automático

(\*\*): Equipo Activo (Tren de Muestreo)

### CONCENTRACIONES DE DIOXIDO DE AZUFRE, 2014 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



(\*) : Equipo Automático  
 (\*\*): Equipo Activo (Tren de Muestreo)

Gráfico 05: Concentraciones de Dioxido de Azufre determinados por la Direccion General de salud Ambiental (DIGESA) para las zonas circundantes al volcan San Pedro.

## CONCLUSIONES

- El diagnóstico a considerado información de monitoreos de la calidad del aire realizados por la Dirección Regional de Salud Moquegua (DIRESA) y la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) en el periodo del 2006 y 2014.

### DIOXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)

- Durante el año **2006** en el punto de Monitoreo de **Ubinas** la DIRESA registro una concentración para 24 horas mínima de 81.24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el 13/05/06 y la DIGESA registro una máxima de 247.23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el 12/05/06. no superando los ECAs del año 2006 para SO<sub>2</sub> establecidos en el D.S.074-2001-PCM de 365  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .  
Durante el año **2014** la DIGESA registro una concentración para 24 horas mínima de 8.66  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el 30/04/14 y una máxima de 17.06  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el 28/04/14, no superando los ECAs para SO<sub>2</sub> establecidos en el D.S.003-2008-MINAM de 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Para el 2014. (Ver cuadro 01, 02 y 11).
- En el Centro Poblado de Escacha para el año 2006 la DIRESA registro una concentración para 24 horas mínima de 98.26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el 13/05/06 y una máxima de 172.36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el 12/05/06, no superando los ECAs del año 2006 para SO<sub>2</sub> establecidos en el D.S.074-2001-PCM de 365  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .  
Durante el año **2014** la DIGESA registro una concentración para 24 horas mínima de 10.32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el 29/04/14 y una máxima de 15.67  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el 27/04/14, no superando los ECAs para SO<sub>2</sub> establecidos en el D.S.003-2008-MINAM de 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Para el 2014. (Ver cuadro 01, 02 y 11).
- En Centro Poblado de Sacohaya para el año 2014 la DIGESA registro una concentración para 24 horas mínima de 12.12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el 25/04/14 y una máxima de 13.97  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el 27/04/14, no superando los ECAs para SO<sub>2</sub> establecidos en el D.S.003-2008-MINAM de 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Para el 2014. (Ver cuadro 11).



- En el año 2006 las concentraciones para 24 horas de Dióxido de Azufre fueron superiores a las determinadas el año 2014.

#### **MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS (PM10)**

- Durante el año **2006** en los puntos de monitoreo de E-1 Ubinas, E-2 Escacha y E-3 Anascapa la DIGESA registro una concentración para 24 horas mínima de 18.00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el 13/05/06 y una máxima de 49.85  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el 13/05/06. no superando los ECAs establecidos en el D.S.074-2001-PCM de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Durante el año **2014** la **DIRESA** registro:

- En el punto de Monitoreo E-1 Sacohaya concentraciones para 24 horas máxima de 116.64  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el 23/04/14, no superando los ECAs establecidos en el D.S.074-2001-PCM de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . (ver cuadro 07).
- En el punto de Monitoreo E-2 Ubinas concentraciones para 24 horas máxima de 93.35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el 25/04/14, no superando los ECAs establecidos en el D.S.074-2001-PCM de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . (ver cuadro 07).
- En el punto de Monitoreo E-3 Lloque concentraciones para 24 horas máxima de 147.57  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el 26/05/14, no superando los ECAs establecidos en el D.S.074-2001-PCM de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . (ver cuadro 07).
- En el punto de Monitoreo E-4 Anascapa concentraciones para 24 horas máxima de 172.95  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el 29/05/14, superando los ECAs establecidos en el D.S.074-2001-PCM de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . (ver cuadro 07).

Para el año 2014 La DIGESA registro:

- En el punto de Monitoreo E-1 Sacohaya con cinco días de monitoreo concentraciones para 24 horas que han superado los ECAs el 25/04/14 con 202.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 27/04/14 con 277.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , según el D.S.074-2001-PCM. (ver cuadro 09).
- En el punto de Monitoreo E-2 Escacha con tres días de monitoreo concentraciones para 24 horas ha superado los ECAs el 27/04/14 con 277.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , según el D.S.074-2001-PCM. (ver cuadro 09).
- En el punto de Monitoreo E-3 Ubinas con dos días de monitoreo concentraciones para 24 horas que han superado los ECAs el 28/04/14 con 278.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , según el D.S.074-2001-PCM. (ver cuadro 09).
- En el año 2006 las concentraciones para 24 horas de PM10 fueron inferiores a las determinadas el año 2014.
- En relación a los metales no se cuenta con ECAs Nacionales, tomando como referencia la norma canadiense los parámetros están dentro de lo permitido.
- La topografía de la zona ejerce una gran influencia sobre la dirección y velocidad de los vientos generando una variabilidad en las zonas.
- Los estudios epidemiológicos indican que la exposición poblacional a los gases volcánicos y material particulado depende de la intensidad y duración de la actividad volcánica, así como de la altura del volcán, las características topográficas y los fenómenos meteorológicos.
- La falta de humedecimiento de las vías, limpieza de las mismas, las partículas removidas de los suelos por la acción eólica contribuyen al deterioro de la calidad del aire el cual puede ser perjudicial para la salud de las personas.
- Según el grafico 01 y 02 la dos principales causa de morbilidad en las zonas circundantes al Volcán San Pedro son la Faringitis Aguda y la conjuntivitis.
- En las imágenes mostradas en el anexo 01 de las cenizas volcánicas emitidas por el volcán San Pedro se puede ver que tienen formas irregulares con coloraciones variadas.

## RECOMENDACIONES

### PARA POBLADORES:

- ✓ Permanezca dentro de su casa. Cierre las puertas, ventanas. Coloque toallas húmedas en los umbrales de las puertas y otras fuentes de corriente de aire.
- ✓ Si usted está en el trabajo cuando comienza a caer ceniza, busque un lugar con techo hasta que la ceniza se haya terminado de asentar.
- ✓ Escuche las emisoras locales de radio por información acerca de la caída de cenizas y planes de limpieza.
- ✓ Quítese la ropa que usó en el exterior antes de entrar a casa puede ingresar ceniza con metales a la casa.
- ✓ Utilice gafas con protección lateral cuando se encuentre en ambientes al aire libre.
- ✓ Si presenta sensación de cuerpo extraño en sus ojos, lávelos con abundante agua. Es preferible utilizar agua potable y hervida. Lávese las manos antes del procedimiento.
- ✓ Si la sensación de cuerpo extraño persiste luego del lavado es necesario solicitar atención médica.
- ✓ Cúbrase con un sombrero, pañoleta o gorra para evitar el contacto de la ceniza con el cuero cabelludo.
- ✓ Limitar los desplazamientos de vehículos de mantenimiento antes de desplazarse.
- ✓ En caso de abundante ceniza, las personas con enfermedades crónicas (asma), adultos mayores y niños deben permanecer en sus viviendas. Solicite la atención médica.
- ✓ Mantenga a las mascotas dentro de la casa.
- ✓ Si descubre que hay ceniza en el agua potable, use una fuente alternativa de agua potable como por ejemplo, agua embotellada.
- ✓ Lave las verduras y legumbres del jardín antes de comerlas verifique que no haya residuos de ceniza.



- ✓ Proteja los dispositivos electrónicos son sensibles al polvo.
- ✓ Evitar que los niños jueguen en áreas donde la ceniza esta acumulada en el suelo.
- ✓ Contar con radios a pilas y baterías extra, linternas y baterías extra, caja de primeros auxilios, elementos para la limpieza escobas, recogedores y bolsas, palas, etc.
- ✓ Asegure una buena ventilación abriendo todas las ventanas y puertas antes de iniciar la limpieza de interiores.
- ✓ Si se ha recomendado la limpieza exterior de ceniza acumulada en techos, patios y calles, apoye las labores utilizando las medidas antes mencionadas para protegerse de la ceniza.
- ✓ La limpieza de los techos implica graves riesgos en caso de caídas. Infórmese y adopte todas las normas de seguridad y siga todas las recomendaciones para la limpieza y eliminación de la ceniza.
- ✓ Barrer las vías previo humedecimiento para evitar levantar material particulado coordine con sus autoridades.
- ✓ Coordine tareas de limpieza con sus vecinos y en amplias tareas comunitarias, para evitar que se repita la operación en las calles.
- ✓ Si tiene ganado ubíquelo en un lugar seguro donde pueda estar protegido y mantenga una reserva de agua y forraje.

**PARA AUTORIDADES:**

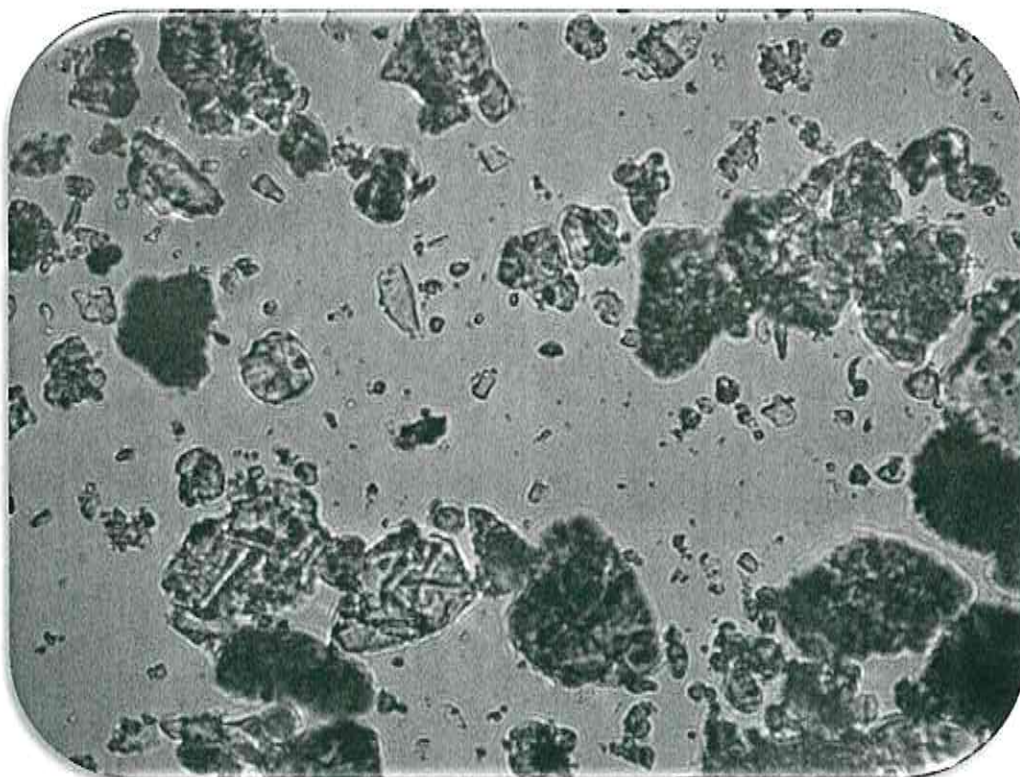
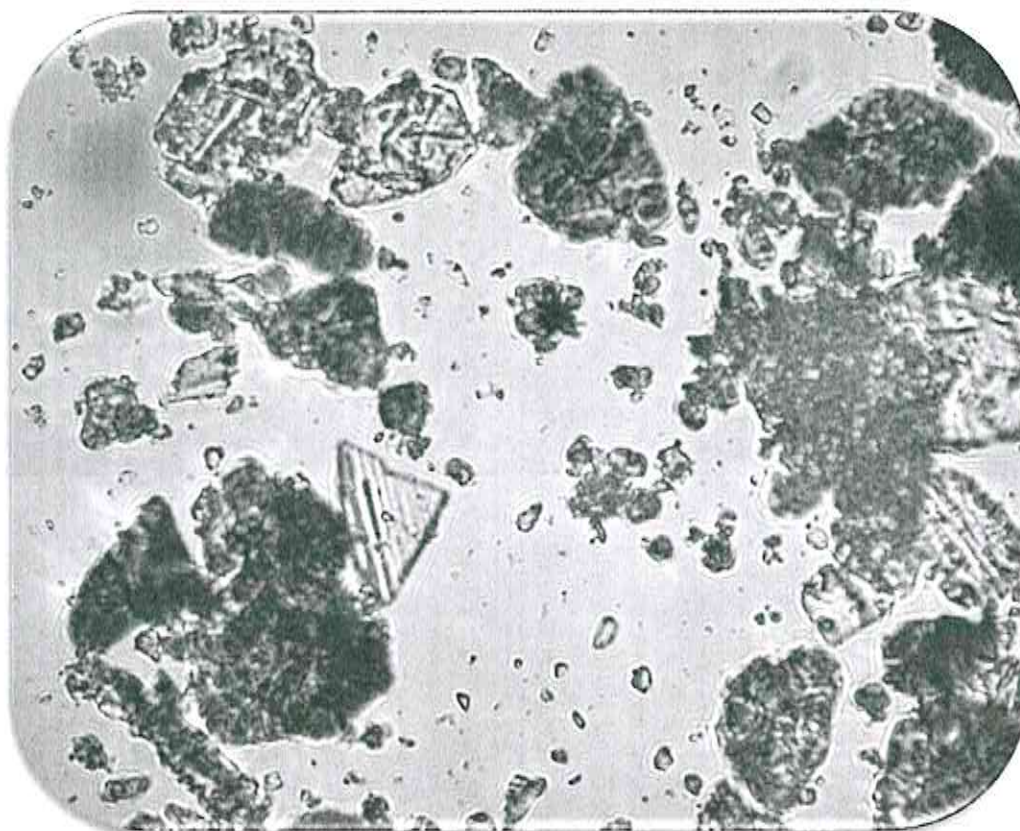
- Elaborar modelos de dispersión de la ceniza volcánica del volcán San Pedro de Ubinas.
- Elaborar un mapa de riesgo ambiental asociado a la actividad volcánica.
- Elaborar un mapa situacional de Morbilidades en las zonas aledañas al Volcán San Pedro.
- Elaborar y señalar las rutas de acceso y de evacuación deben estar visibles a la población.
- Preparar al personal de salud en medidas de protección, considerando que son los que van a permanecer durante la emergencia.
- Proporcionar las mascarillas con filtros y lentes para el día y la noche con tamaños de acuerdo a los grupos etéreos en las zonas afectadas por el volcán San Pedro.
- Realizar un diagnóstico médico al personal de Salud que realiza atenciones en la zona de emergencia.
- Implementar una estrategia de comunicación dirigida a la población afectada por la caída de ceniza volcánica.
- Coordinar con la empresa privada la búsqueda de recursos para la implementación de medidas inmediatas durante la emergencia.
- Elaboración de material impreso y audiovisual, educativo e informativo de acuerdo a las necesidades que se presentan, en lenguaje claro, sencillo y directo y de excelente calidad, la elaboración debe ser de acuerdo a la competencia de cada sector para no distraer presupuesto.
- Elaborar cuñas radiales y spots televisivos, si el caso lo amerita y si se cuenta con los recursos.
- Mejorar las condiciones de permanencia de los poblados de la zona de emergencia.
- Capacitar a la población en medidas de protección frente a la caída de cenizas.

- Elaborar Mensajes cortos por celular y redes sociales asociadas a las medidas de protección (nivel Regional).
- Promover los estados de alerta contra caída de cenizas.
- **Fortalecer la atención de servicios de salud de acuerdo a las morbilidades presentes en la zona.**
- Implementar un sistema de video vigilancia de la actividad volcánica.
- Contar con un tanque cisterna permanente para humedecer las vías dentro de sus jurisdicciones.
- Fortalecer los sistemas de vigilancia ambiental para Aire con equipos para PM2.5 y Gases.
- Monitorear en forma permanente los contaminantes atmosféricos a fin de aplicar los estados de alerta.
- Revisar y fortalecer los presupuestos de los programas de vigilancia ambiental.
- Que la comisión de ZEE y ordenamiento territorial contemple el riesgo volcánico.
- Ante una eventual reubicación mantener las tradiciones y costumbres de los pueblos trasladados.
- Realizar simulacros frente a caída de cenizas volcánicas.
- Generar un diagnóstico del comportamiento del volcán con sus antecedentes.
- Promover con el ejemplo todas las medidas de protección.
- Los estados de emergencia deben de continuar por un periodo hasta que lo determine la autoridad ambiental considerando que después de culminado la actividad volcánica la ceniza va a permanecer en la población.
- Las Instituciones determinen los riesgos de acuerdo a las competencias.
- Remitir el presente informe a las autoridades.

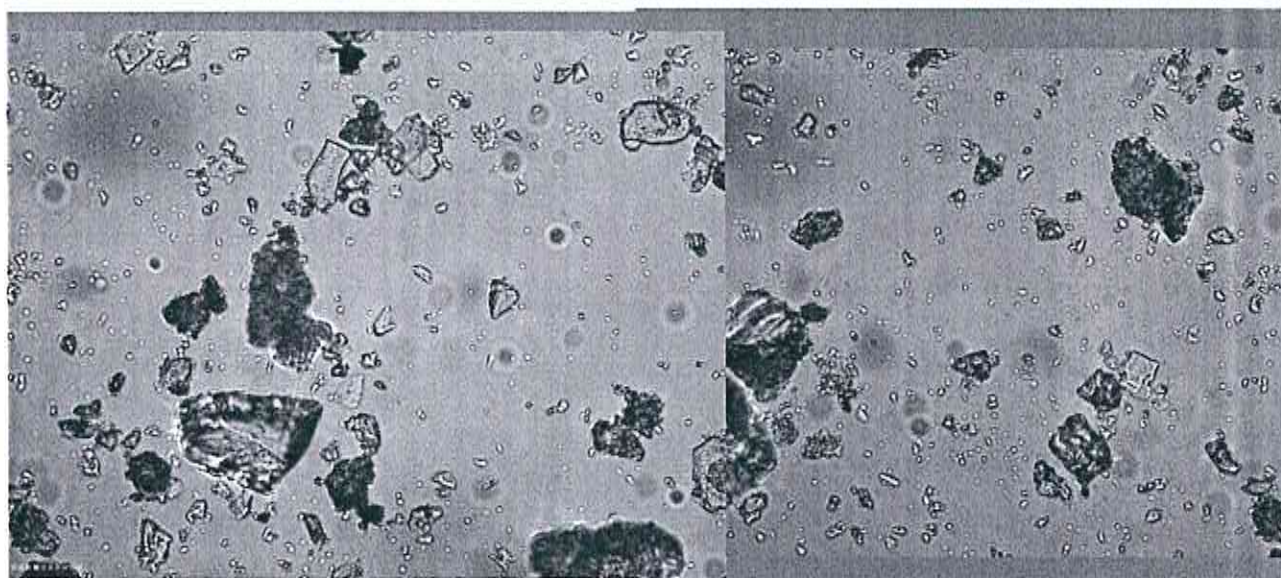
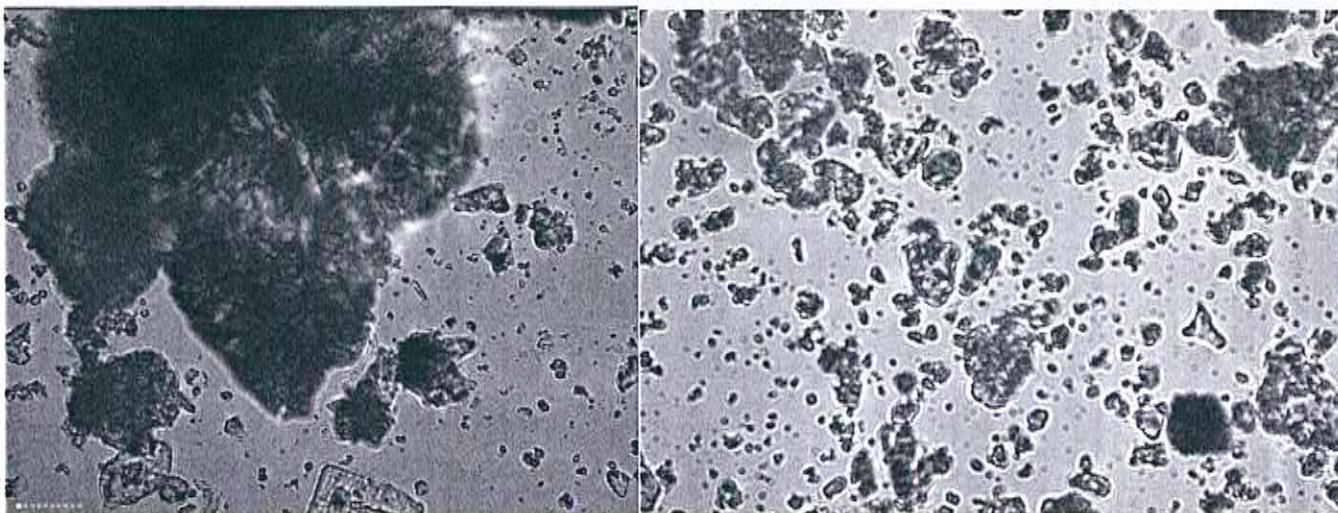


**ANEXO 01**

Imágenes microscópicas de las cenizas volcánicas del Volcán San Pedro tomadas con un microscopio óptico de 40x.







ANEXO 02

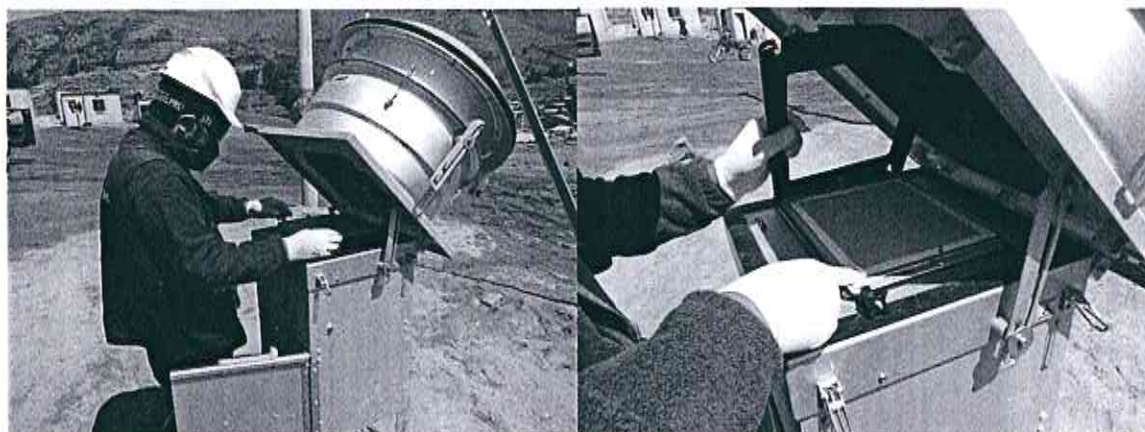


**Foto 05:** Emisiones de cenizas del volcán San Pedro con una dispersión variada inicialmente al NW luego al NE vista tomada desde Anascapa el 22 de Abril del 2014.

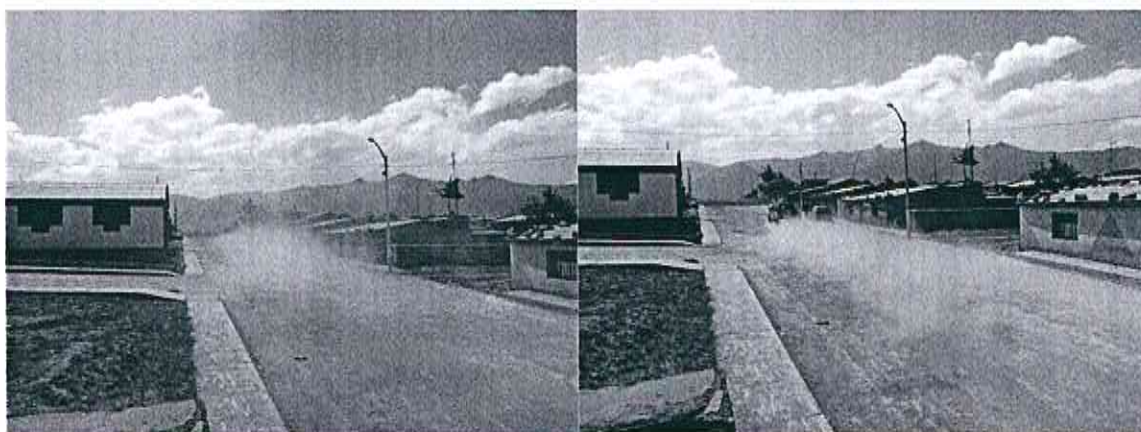


**Foto 06:** Cenizas del volcán San Pedro sedimentado en el parque automotor local vista tomada desde Plaza de Ubinas el 24 de Abril del 2014.





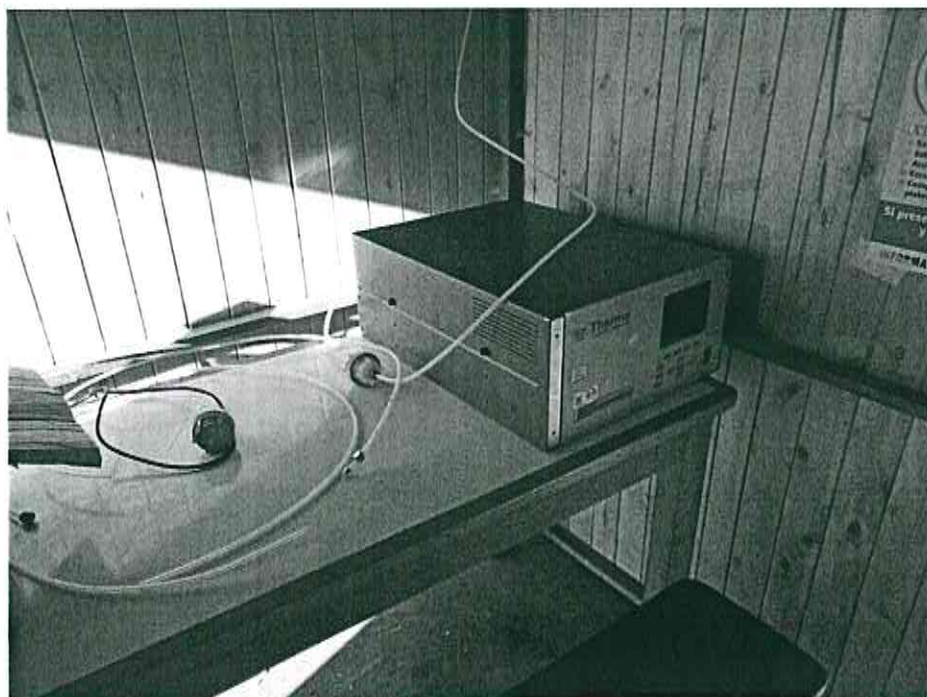
**Foto 07 Y 08:** Instalación del muestreador de alto volumen para PM10 (DIRESA) en las cercanías del albergue de Querapi ubicado en el centro poblado de Sacohaya, vista tomada el 22 de Abril del 2014.



**Foto 09 Y 10:** Movimiento del Material particulado al paso de un vehículo, se aprecia que las vías no están humedecidas ni se ha removido la ceniza sedimentada, vista tomada el 22 de Abril del 2014 en la plaza de Sacohaya.



**Foto 11:** Instalación del muestreador de alto volumen para PM10 (DIGESA) en las cercanías del albergue de Querapi ubicado en el centro poblado de Sacohaya, vista tomada el 25 de Abril del 2014.

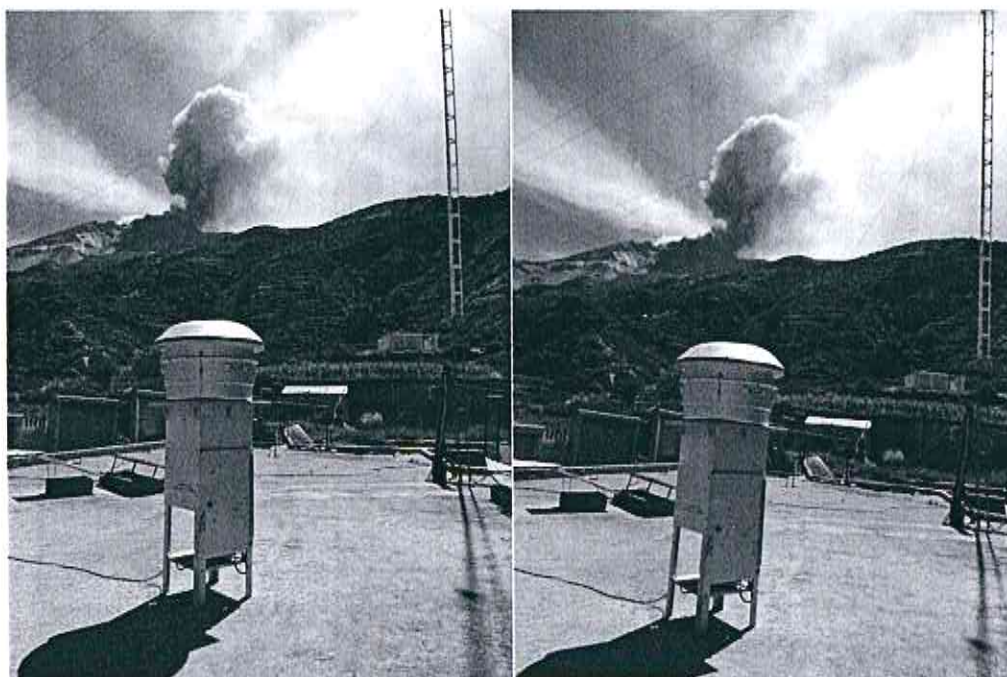


**Foto 12:** Instalación del Analizador de gases para Dióxido de Azufre (DIGESA) en el albergue de Querapi ubicado en el centro poblado de Sacohaya, vista tomada el 25 de Abril del 2014.



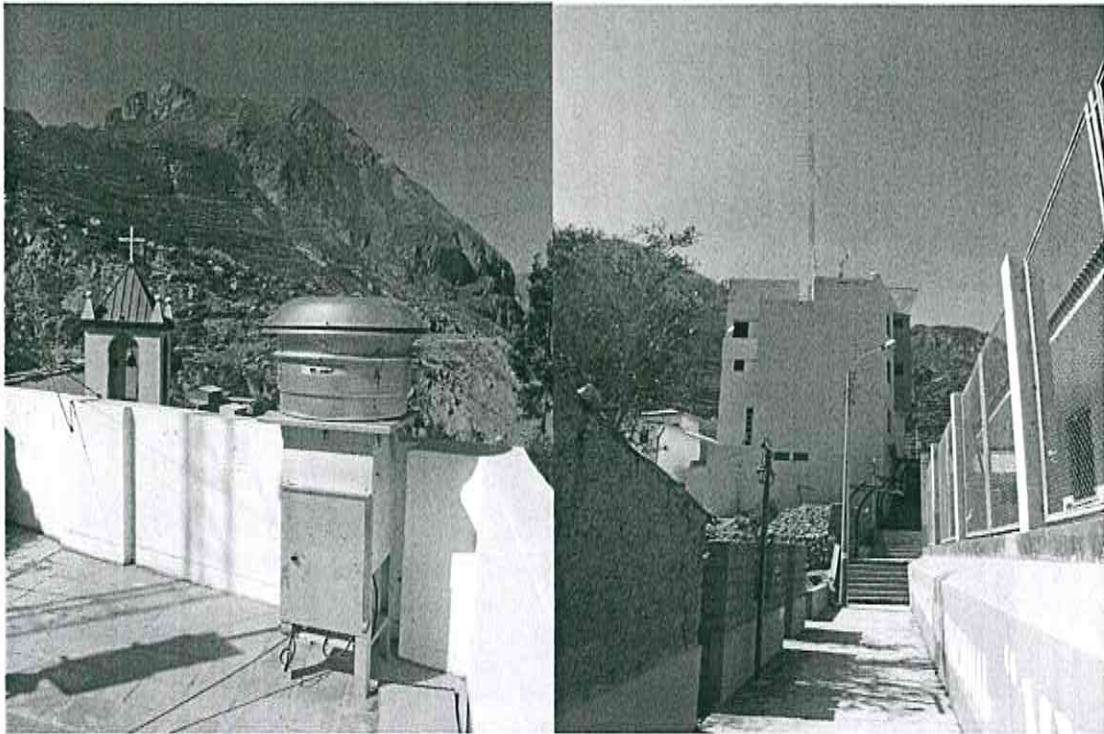


**Foto 13:** Instalación del muestreador de alto volumen para PM10 (DIGESA) en la plaza de Escacha ubicado en el centro poblado de Escacha, vista tomada el 25 de Abril del 2014.



**Foto 14 Y 15:** Instalación del muestreador de alto volumen para PM10 (DIRESA) en el centro de Salud de Ubinas ubicado en el centro poblado de Ubinas, vista tomada el 26 de Abril del 2014.





**Foto 16 Y 17:** Instalación del muestreador de alto volumen para PM10 (DIRESA) en el hotel de Lloque ubicado en el centro poblado de Lloque, vista tomada el 26 de mayo del 2014.



**Foto 18:** Instalación del filtro en el muestreador de alto volumen para PM10 (DIRESA) en el hotel de Lloque ubicado en el centro poblado de Lloque, vista tomada el 26 de mayo del 2014.





**Foto 19:** Se observa a niños jugando sin protección alguna en el poblado de Lloque, totalmente expuestos a las partículas provenientes del Volcán San Pedro y de la obra en ejecución en el Distrito de Lloque, vista tomada el 26 de mayo del 2014.



**Foto 20:** Se observa la ceniza sedimentada en los techos de las viviendas en la zona de Chojata, no se realizó campaña alguna de limpieza de techos, vista tomada el 28 de mayo del 2014.

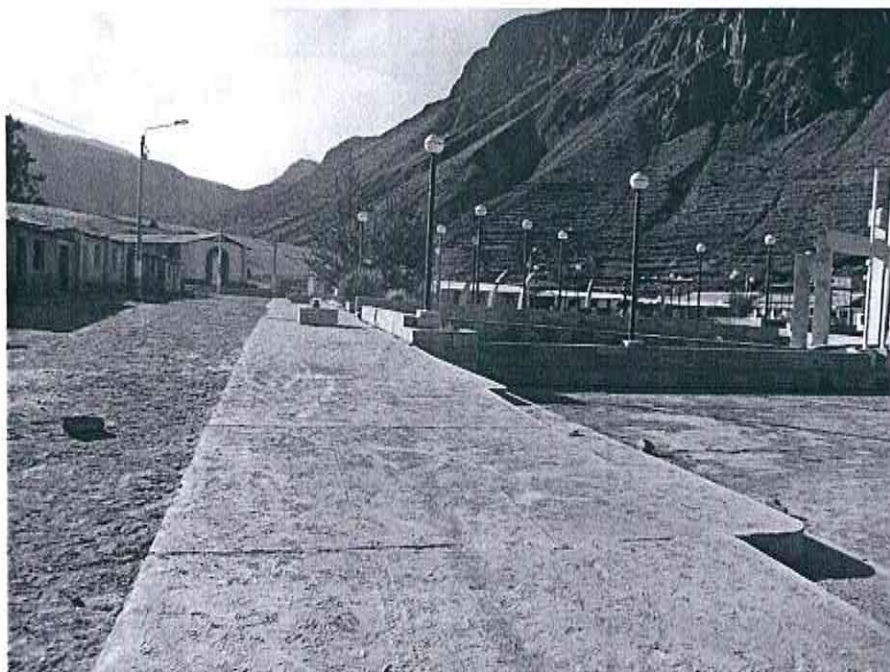


**Foto 21:** Ceniza acumulada en la Institución Educativa de Coroise, mostrado por el Director en donde se observa que el color de la ceniza es oscura, vista tomada el 28 de mayo del 2014.



**Foto 22:** Movimientos de partículas en la vía Chojata – Coroise por la falta de humedecimiento de las vías, vista tomada el 28 de mayo del 2014.

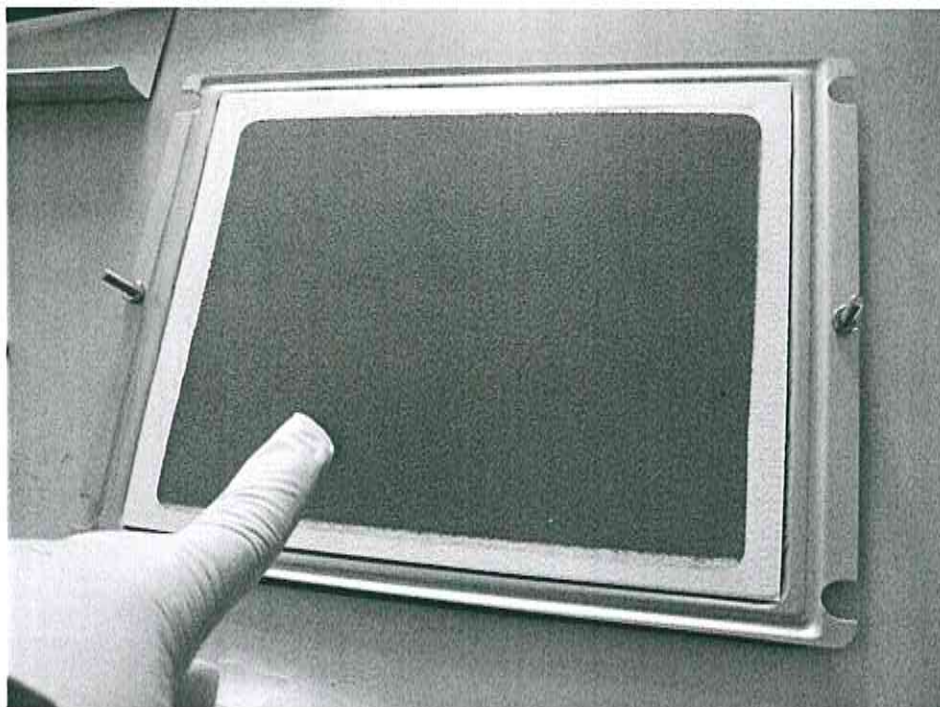




**Foto 23:** Ceniza del volcán San Pedro sedimentada en la plaza de Escacha, no hay faenas de limpieza, vista tomada el 29 de mayo del 2014.



**Foto 24:** Instalación del muestreador de alto volumen para PM10 (DIRESA) en el P.S. Anascapa en el centro poblado de Anascapa, vista tomada el 30 de mayo del 2014.



**Foto 25:** Muestra de PM10 después de 24 horas tomada en el punto de monitoreo de Anascapa con el muestreador de alto volumen para PM10 (DIRESA), vista tomada el 30 de mayo del 2014.



**Foto 26:** Estación Meteorológica (DIRESA) Ubicada en Sacohaya, adicionalmente se visualiza la sedimentación de la ceniza volcánica sobre la población de Querapi y Ubinas, vista tomada el 31 de mayo del 2014.



# Autoridad Nacional del Agua

## Dirección de Gestión de la Calidad de los Recursos Hídricos



### INFORME CONSOLIDADO DE REPORTE DE MONITOREOS DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁMBITO DE INFLUENCIA DEL VOLCÁN UBINAS



MAYO 2014



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN..... 3

I. PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO TAMBO ..... 3

    1.1 Red de monitoreo..... 3

        1.1.1 Día 17 de abril ..... 3

        1.1.2 Día 23, 24 y 25 de abril..... 5

    1.2 Resultados de monitoreos ..... 7

        1.2.1 Día 17 de abril ..... 7

        1.2.2 Día 23 de abril ..... 8

        1.2.3 Día 24 de abril ..... 9

        1.2.4 Día 25 de abril ..... 10

    1.3 Criterio de evaluación ..... 12

    1.4 Discusión de resultados ..... 12

II. PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO QUILCA-VITOR-CHILI ..... 18

    2.1 Red de monitoreo..... 18

    2.2 Resultados de monitoreos ..... 20

        2.2.1 Día 24 de abril ..... 20

        2.2.2 Día 26 de abril ..... 20

    2.3 Criterios de evaluación..... 21

    2.4 Discusión de resultados ..... 21

    2.5 CONCLUSIONES ..... 22

        Parte Alta de la Cuenca río Tambo (río Ubinas y tributarios) ..... 22

        Parte Alta de la Cuenca del río Quilca-Vitor-Chili (río Blanco)..... 22

    2.6 RECOMENDACIONES ..... 22



*[Handwritten signature]*

## INTRODUCCIÓN

El presente reporte contiene la evaluación de la influencia de la actividad del volcán Ubinas en calidad de los cuerpos de agua superficial ubicados en su área de influencia, para lo cual se realizaron monitoreos en la subcuenca del río Ubinas (río principal y sus tributarios) perteneciente a la parte alta de la cuenca del río Tambo los días 23, 24 y 25 de abril y en la subcuenca del río Blanco (manantiales, río principal y sus tributarios) perteneciente a la parte alta de la cuenca del río Quilca-Vitor-Chili los días 24 y 26 de abril del presente año.

Los monitoreos se llevaron a cabo en coordinación con la Administración Local del Agua (ALA) Tambo Alto Tambo y la ALA Chili para la subcuenca del río Ubinas y Blanco respectivamente, en los cuales se midieron parámetros de campo: pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y temperatura. Así mismo se colectaron muestras de agua superficial para el análisis químico correspondiente en un laboratorio debidamente acreditado por INDECOPI (Servicios Analíticos Generales S.A.C.). Los parámetros analizados fueron: Sólidos Suspendidos Totales, Fosfatos, Nitratos, Sulfatos, Sulfuros y Metales Totales.

### I. PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO TAMBO

#### 1.1 Red de monitoreo

Con la finalidad de verificar la calidad del agua superficial de los cuerpos naturales ubicados en el área de influencia directa del volcán Ubinas, se estableció una red de monitoreo en la naciente, parte media y baja del río Ubinas, conformada por cuatro y nueve puntos de monitoreo respectivamente (ver cuadro N°1 y 2).

El monitoreo de la naciente de la cuenca se realizó el día 17 de abril y para la parte media y baja se realizaron los días 23, 24 y 25 de abril del presente año.

#### 1.1.1 Día 17 de abril

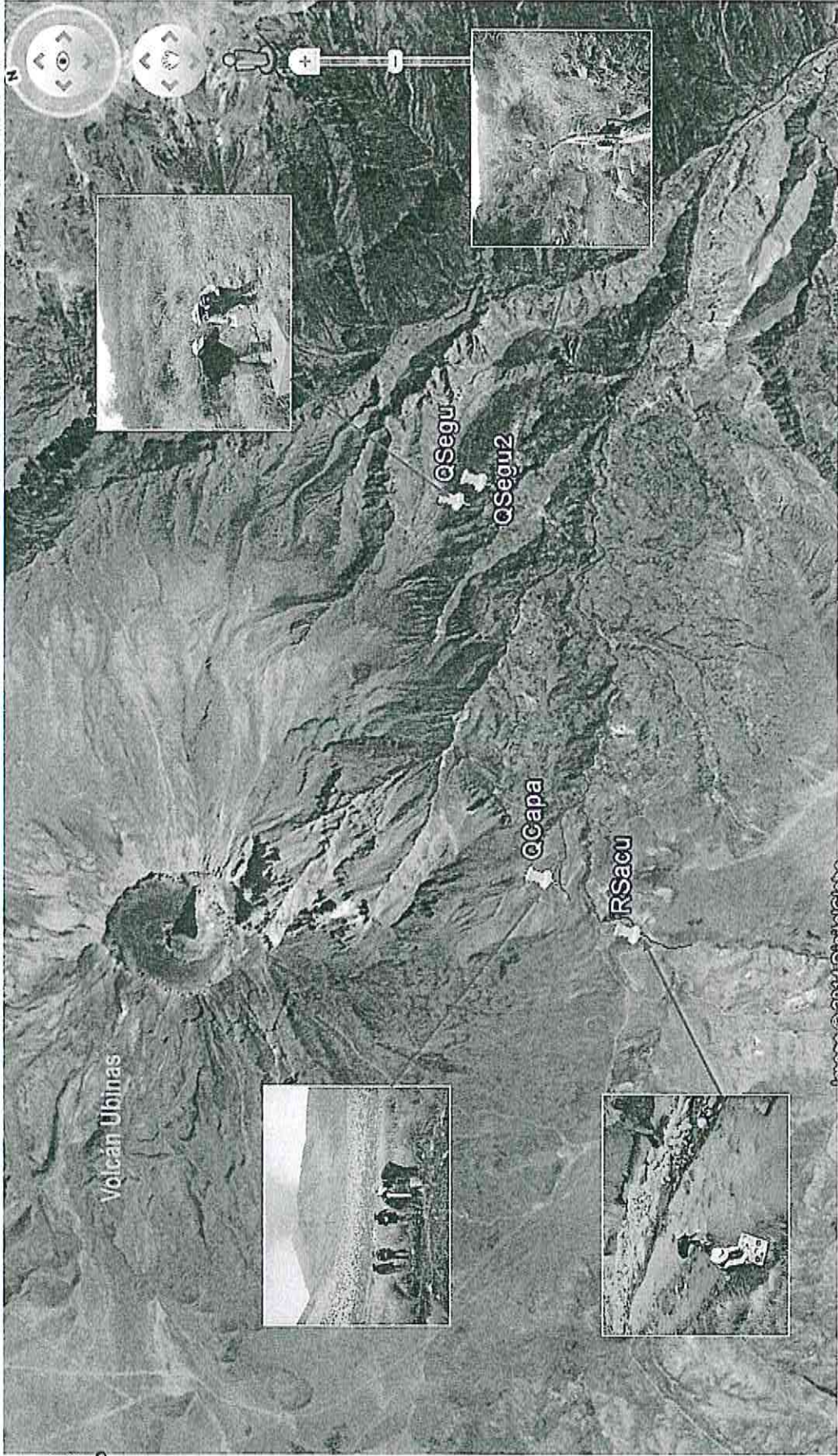
CUADRO N°1: PUNTOS DE MONITOREO CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL – NACIENTE DEL RÍO UBINAS

Código del punto	Descripción	Localidad	Distrito	Provincia	Dpto.	Coordenadas WGS 84		Altura msnm
						Este	Norte	
QSegu1	Quebrada Seguin, en la toma de paso para uso poblacional de Ubinas, ubicada en lado sureste del volcán Ubinas.	Ubinas	Ubinas	General Sánchez Cerro	Moquegua	301204	8187987	3520
QSegu2	Quebrada Seguin, que forma el canal de riego de Ubinas, ubicada en lado sureste del volcán Ubinas.	Ubinas	Ubinas	General Sánchez Cerro	Moquegua	301376	8187682	3214
QCapa	Quebrada Capajon, en el Puquial Capajon, para uso agrícola de Ubinas, ubicado en la parte baja de volcán Ubinas, (faldas).	Querapi	Ubinas	General Sánchez Cerro	Moquegua	296809	8188220	4146
RSacu	Río Sacuaya, ubicado en la parte baja de volcán Ubinas, (faldas).	Querapi	Ubinas	General Sánchez Cerro	Moquegua	295986	8187489	4254





FIGURA N°1. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE PUNTOS DE MONITOREO EN LA NACIENTE DEL RÍO UBINAS-PARTE ALTA DE LACUENCA DEL RÍO TAMBO



Fuente: Google Earth. Elaboración propia.





1.1.2 Día 23, 24 y 25 de abril

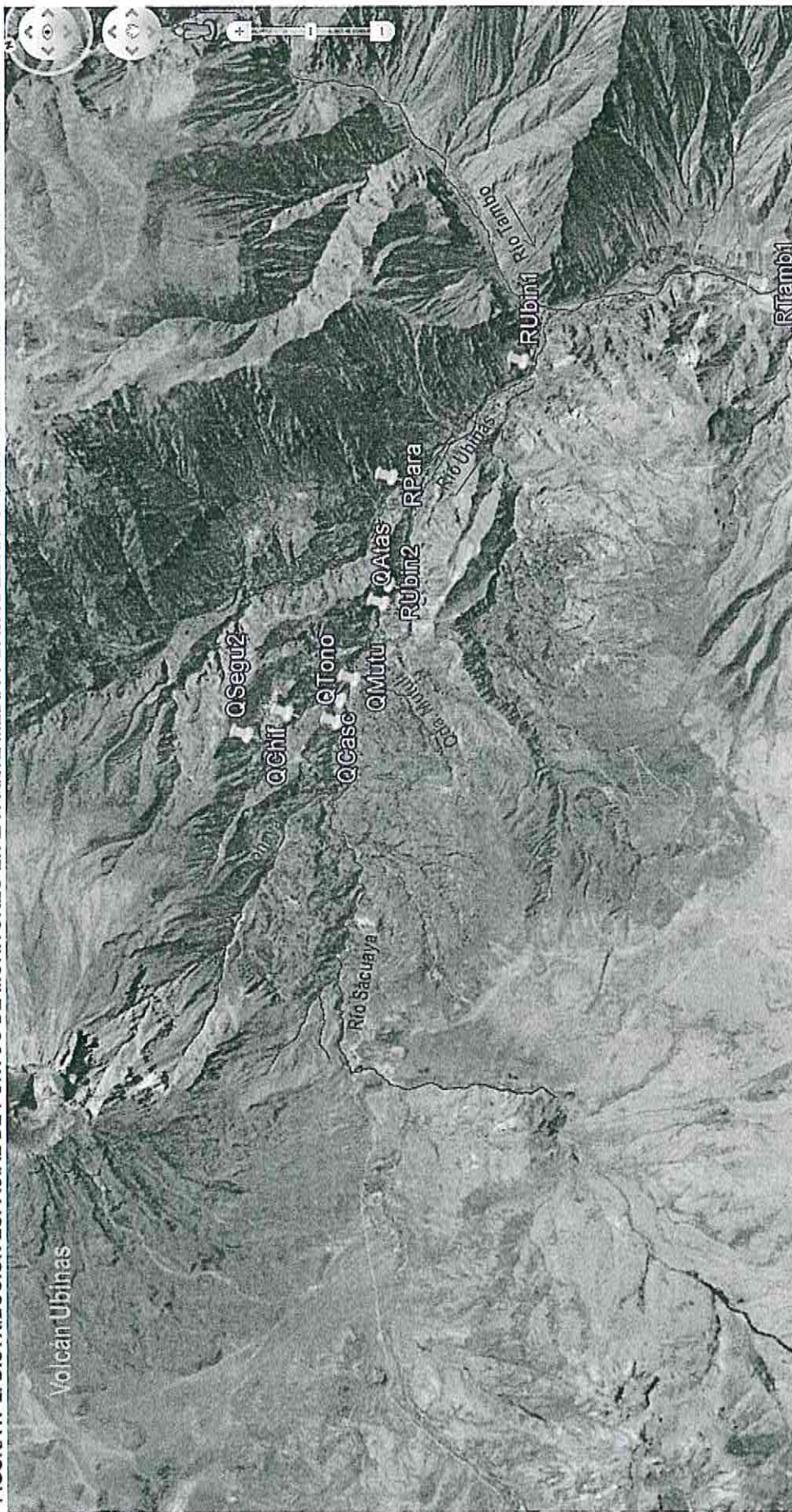
CUADRO N°2. PUNTOS DE MONITOREO CALIDAD DEL AGUA – PARTE MEDIA Y BAJA DEL RÍO UBINAS – PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RIO TAMBO

N°	Código del punto	Descripción	Localidad	Distrito	Provincia	Coordenadas UTM (WGS-84)		Altitud
						ESTE	NORTE	
1	RUbin1	Río Ubinas, antes de la afluencia al río Tambo	Huatagua	Ubinas	General Sánchez Cerro	305706	8182118	2221
2	RUbin2	Río Ubinas, después de confluencia de río Volcanmayo y Sacohaya.	Ubinas	Ubinas	General Sánchez Cerro	302981	8185074	2771
3	QMutu	Quebrada Mutuli, aguas arriba del C.P. Tonohaya.	Tonohaya	Ubinas	General Sánchez Cerro	301732	8185982	3016
4	QTono	Quebrada Tonohaya (llamado río Volcanmayo) ubicado en el lado sureste del volcán Ubinas.	Tonohaya	Ubinas	General Sánchez Cerro	301195	8186429	3158
5	QChif	Quebrada Chiflon, aguas abajo del C.P. Ubinas.	Ubinas	Ubinas	General Sánchez Cerro	301536	8187055	3284
6	QSegu2	Quebrada Seguin, que forma el canal de riego de Ubinas, ubicada en lado sureste del volcán Ubinas.	Ubinas	Ubinas	General Sánchez Cerro	301386	8187683	3445
7	QAtas	Quebrada Atasapa, Captación agua poblacional del C.P. San Miguel.	San Miguel	Ubinas	General Sánchez Cerro	302727	8185233	2984
8	QCasc	Quebrada Cascajo, Captación de agua poblacional C.P. Tonohaya	Tonohaya	Ubinas	General Sánchez Cerro	301497	8186275	3158
9	RPara	Río Para, antes de la afluencia al río Ubinas.	San Miguel	Ubinas	General Sánchez Cerro	304564	8184516	2757
10	RTamb1	Río Tambo, aguas arriba del C.P. de Matalaque.	Matalaque	Ubinas	General Sánchez Cerro	305776	8178377	2493





FIGURA N°2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE PUNTOS DE MONITOREO EN LA PARTE MEDIA Y BAJA DEL RÍO UBINAS - PARTE ALTA CUENCA DEL RÍO TAMBO



Fuente: Google Earth. Elaboración propia.





## 1.2 Resultados de monitoreos

Se presentan los resultados de los parámetros de campo y los resultados de laboratorio para cada punto de monitoreo.

### 1.2.1 Día 17 de abril

El monitoreo se realizó en cuatro puntos la red establecida para la naciente del río Ubinas, cabe indicar que se midieron los parámetros de campo y se procedió con la toma de muestras de agua superficial. Los resultados de los análisis se muestran en el cuadro N° 3.

CUADRO N°3: RESULTADOS DE LA NACIENTE DEL RÍO UBINAS

17 DE ABRIL							
PARÁMETRO	Código de cuenca: 1318	ECA Categoría 3		Código de punto			
		Riego de vegetales de tallo bajo y alto	Bebida de animales	QSegu1	QSegu2	QCapa	RSacu
	Unidad			Hora de inicio de muestreo (h)			
				12:30	13:30	14:50	15:05
<b>PARÁMETROS FÍSICOS</b>							
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	6,5-8,4	6,49	7,52	7,47	7,47
Temperatura	°Celsius	-	-	18,1	17,4	11,4	9,7
Conductividad	µs/cm	<2000	≤5000	1 626	899	582	717
Oxígeno disuelto	mg/L	≥4	>5	7,47	6,85	6,83	7,05
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	-	-	<3,00	9,94	62,69	280
<b>PARÁMETROS INORGÁNICOS</b>							
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sulfatos	mg/L	300	500	200,91	261,14	196,14	257,5
<b>Nutrientes</b>							
Fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	mg/L	1	-	0,088	0,093	0,089	0,189
Nitratos	mg/L	10	50	<0,030	<0,030	<0,030	0,048
<b>Metales y metaloides</b>							
Aluminio (Al)	mg/L	5	5	0,01	0,20	1,69	7,60
Antimonio (Sb)	mg/L	-	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Arsénico (As)	mg/L	0,05	0,1	<0,001	0,006	0,003	0,001
Bario (Ba)	mg/L	0,7	-	0,020	0,016	0,049	0,152
Berilio (Be)	mg/L	-	0,1	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Boro (B)	mg/L	0,5 - 6	5	0,182	0,433	0,129	0,183
Calcio (Ca)	mg/L	200	-	63,82	74,97	50,71	69,60
Cadmio (Cd)	mg/L	0,005	0,01	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Cobalto (Co)	mg/L	0,05	1	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0022
Cromo (Cr)	mg/L	-	-	<0,0004	<0,0004	0,0005	0,0026
Cobre (Cu)	mg/L	0,2	0,5	0,0012	0,0017	0,0036	0,0110
Hierro (Fe)	mg/L	1	1	0,008	0,180	1,043	5,458
Litio (Li)	mg/L	2,5	2,5	0,018	0,043	0,030	0,018
Magnesio (Mg)	mg/L	150	150	21,09	34,39	26,16	30,88
Manganeso (Mn)	mg/L	0,2	0,2	<0,0004	0,0196	0,0102	0,0714
Sodio (Na)	mg/L	200	-	39,85	70,48	37,19	39,84
Níquel (Ni)	mg/L	0,2	0,2	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Fósforo (P)	mg/L	-	-	0,253	0,273	0,271	0,569
Plata (Ag)	mg/L	0,05	0,05	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Plomo (Pb)	mg/L	0,05	0,05	0,0054	0,0069	0,0068	0,0074
Selenio (Se)	mg/L	0,05	0,05	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Silice (SiO <sub>2</sub> )	mg/L	-	-	166,38	184,98	173,95	146,63
Talio (Tl)	mg/L	-	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003





PARÁMETRO	17 DE ABRIL						
	Código de cuenca: 1318	ECA Categoría 3		Código de punto			
		Unidad	Riego de vegetales de tallo bajo y alto	Bebida de animales	QSegu1	QSegu2	QCapa
	Hora de inicio de muestreo (h)						
				12:30	13:30	14:50	15:05
Vanadio (V)	mg/L	-	-	0,0177	0,0115	0,0101	0,0144
Zinc (Zn)	mg/L	2	24	<0,003	0,004	0,006	0,010
Mercurio (Hg)	mg/L	0,001	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<b>Metales y metaloides no considerados en los ECA-Agua:</b>							
Cerio (Ce)	mg/L	-	-	0,004	<0,002	0,007	0,021
Potasio (K)	mg/L	-	-	5,69	10,21	5,99	7,03
Molibdeno (Mo)	mg/L	-	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Estaño (Sn)	mg/L	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Estroncio (Sr)	mg/L	-	-	0,241	0,274	0,189	0,364
Titanio (Ti)	mg/L	-	-	0,0027	0,0058	0,0236	0,1423

Fuente: Informe de ensayo N° 081583-2014

Exceden el ECA

### 1.2.2 Día 23 de abril

El monitoreo se realizó en seis puntos de la red establecida, siendo necesario indicar que este día se tomaron los parámetros de campo; así mismo se realizaron dos monitoreos con la finalidad de detectar cambios en la calidad física del agua (ver cuadro N° 4).

**CUADRO N°4: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS CAMPO DE LA PARTE MEDIA Y BAJA DEL RÍO UBINAS**

N°	Código del Punto	Parámetros	23 DE ABRIL					Observaciones
			Fecha: 23-abr	T (°C)	pH	OD (mg/l)	CE (uS/cm)	
			Hora	-	6,5-8,5	≥4	<2000	
1	RUbin1	Río Ubinas (antes de la afluencia al río Tambo)	08:15	17,0	7,88	8,87	1077	El agua se visualiza turbia
			18:00	12,7	8,83	8,19	1172	
2	RUbin2	Río Ubinas (después de confluencia de río Volcanmayo y Sacohaya)	09:33	15,1	7,84	7,28	1068	El agua se observó de color plomizo.
			17:30	11,5	8,20	8,11	1098	
3	QMutu	Quebrada Mutuli, aguas arriba del C.P. Tonohaya	11:50	14,9	8,09	7,43	422	Se visualiza el agua transparente, los usuarios de agua vienen utilizando en la zona de Tonohaya alta
			17:15	10,5	8,48	8,09	448	
4	QTono	Quebrada Tonohaya (llamado río Volcanmayo) ubicado en el lado sureste del volcán Ubinas.	12:15	14,6	7,92	7,49	872	se visualiza el agua color plomizo, el agua se viene utilizando para riego en Tonohaya bajo
			16:55	10,5	8,41	8,05	855	
5	QChif	Quebrada Chiflon, aguas abajo del C.P. Ubinas.	12:55	14,3	7,79	7,22	1880	Se visualiza el agua transparente.
			16:30	11,9	7,91	7,61	1898	
6	QSegu2	Quebrada Seguin, que forma el canal de riego de Ubinas, ubicada en lado sureste del volcán Ubinas.	15:00	15,7	8,00	6,93	918	-

Exceden el ECA





1.2.3 Día 24 de abril

El monitoreo se realizó en ocho puntos de la red establecida, los resultados de los parámetros de campo se presentan en el cuadro N° 5; así mismo se presentan los resultados de laboratorio de los seis puntos muestreados (ver cuadro N° 6).

CUADRO N° 5: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS CAMPO DE LA PARTE MEDIA Y BAJA DEL RÍO UBINAS

24 DE ABRIL								
N°	Código del Punto	Parámetros	Fecha: 24-abr	T (°C)	pH	OD (mg/l)	CE (uS/cm)	Observaciones
		ECA Cat. 3 Riego de vegetales y bebida de animales	Hora	-	6,5-8,5	≥4	<2000	
		Descripción						
1	RUbin1	Río Ubinas (antes de la afluencia al río Tambo)	08:32	7,9	8,29	9,25	1048	El agua se visualiza color plomizo
2	RUbin2	Río Ubinas (después de confluencia de río Volcanmayo y Sacohaya)	09:40	9,1	8,24	8,62	1044	El agua se visualiza color plomizo
3	QMutu	Quebrada Mutuli, aguas arriba del C.P. Tonohaya.	11:05	12,4	8,29	7,71	412	El agua se visualiza de color plomizo amarillento.
4	QTono	Quebrada Tonohaya (llamado río Volcanmayo) ubicado en el lado sureste del volcán Ubinas.	12:15	14,7	8,04	7,52	886	se visualiza el agua turbia
5	QChif	Quebrada Chiflon, aguas abajo del C.P. Ubinas.	12:50	15,3	7,88	7,07	1903	Se visualiza el agua transparente
6	QSegu2	Quebrada Seguin, que forma el canal de riego de Ubinas, ubicada en lado sureste del volcán Ubinas.	13:25	16	8,23	6,77	918	Se visualiza el agua transparente
7	QAtas	Quebrada Atasapa (Captación agua poblacional C.P. San Miguel)	10:35	19,5	7,20	8,84	382	Se visualiza agua clara, toma no protegida
8	QCasc	Quebrada Cascajo (Captación de agua poblacional C.P. Tonohaya)	11:54	16,1	7,92	6,86	420	El agua poblacional es utilizada por la escasa población que aún no se ha trasladado

CUADRO N° 6: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA EN LA PARTE MEDIA Y BAJA DEL RÍO UBINAS

24 DE ABRIL									
PARÁMETRO	Código de Cuenca: 1318	ECA Categoría 3		Código de punto					
		Riego de vegetales de tallo bajo y alto	Bebida de animales	RUBin1	RUBin2	QMutu	QTono	QChif	QAtas
				Hora de inicio de muestreo (h)					
Unidad				08:32	09:40	11:05	12:15	12:50	10:35
<b>PARÁMETRO FÍSICO</b>									
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	-	-	97,97	281,80	321,1	406,8	48,22	<3,00
<b>PARÁMETROS INORGÁNICOS</b>									
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sulfatos	mg/L	300	500	349,77	385,00	103,30	305,00	765,91	60,91
<b>Metales y metaloides</b>									
Aluminio (Al)	mg/L	5	5	2,62	3,22	3,55	3,94	1,14	<0,01
Antimonio (Sb)	mg/L	-	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Arsénico (As)	mg/L	0,05	0,1	0,029	0,035	0,022	0,045	0,020	0,006
Bario (Ba)	mg/L	0,7	-	0,090	0,113	0,097	0,132	0,041	0,027
Berilio (Be)	mg/L	-	0,1	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0005	<0,0002	<0,0002
Boro (B)	mg/L	0,5 - 6	5	0,374	0,301	0,088	0,208	1,188	0,094
Calcio (Ca)	mg/L	200	-	100,49	109,90	38,29	84,08	179,12	33,58
Cadmio (Cd)	mg/L	0,005	0,01	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004





24 DE ABRIL									
PARÁMETRO	Código de Cuenca: 1318	ECA Categoría 3		Código de punto					
		Riego de vegetales de tallo bajo y alto	Bebida de animales	RUBin1	RUBin2	QMutu	QTono	QChif	QAtas
	Unidad	Hora de Inicio de muestreo (h)							
				08:32	09:40	11:05	12:15	12:50	10:35
Cobalto (Co)	mg/L	0,05	1	0,0015	0,0022	0,0017	0,0031	0,0020	<0,0003
Cromo (Cr)	mg/L	-	-	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004
Cobre (Cu)	mg/L	0,2	0,5	0,0080	0,0084	0,0116	0,0120	0,0035	0,0006
Hierro (Fe)	mg/L	1	1	3,217	3,701	3,005	4,460	1,161	0,045
Litio (Li)	mg/L	2,5	2,5	0,042	0,035	0,011	0,030	0,106	0,020
Magnesio (Mg)	mg/L	150	150	43,53	42,85	17,21	39,53	68,89	13,37
Manganeso (Mn)	mg/L	0,2	0,2	0,2472	0,2393	0,2096	0,2548	0,1598	0,0407
Sodio (Na)	mg/L	200	-	62,61	58,81	17,82	47,09	143,10	23,88
Níquel (Ni)	mg/L	0,2	0,2	0,0005	<0,0004	<0,0004	0,0004	0,0012	<0,0004
Fósforo (P)	mg/L	-	-	0,270	0,292	0,307	0,320	0,194	0,026
Plata (Ag)	mg/L	0,05	0,05	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Plomo (Pb)	mg/L	0,05	0,05	0,0083	0,0087	0,0085	0,0107	0,0021	0,0023
Selenio (Se)	mg/L	0,05	0,05	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Silice (SiO <sub>2</sub> )	mg/L	-	-	152,10	145,59	128,12	147,46	123,17	131,34
Talio (Tl)	mg/L	-	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Vanadio (V)	mg/L	-	-	0,0080	0,0091	0,0090	0,0103	0,0069	0,0108
Zinc (Zn)	mg/L	2	24	0,022	0,032	0,019	0,034	0,006	0,030
Mercurio (Hg)	mg/L	0,001	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<b>Metales y metaloides no considerados en los ECA-Agua:</b>									
Cerio (Ce)	mg/L	-	-	0,012	0,018	0,017	0,021	0,006	0,005
Potasio (K)	mg/L	-	-	9,66	9,76	6,08	8,05	21,16	5,57
Molibdeno (Mo)	mg/L	-	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Estaño (Sn)	mg/L	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Estroncio (Sr)	mg/L	-	-	0,645	0,709	0,330	0,644	0,951	0,281
Titanio (Ti)	mg/L	-	-	0,0343	0,0345	0,0338	0,0262	0,0174	<0,0002

Fuente: Informe de ensayo N° 081583-2014

Exceden el ECA

1.2.4 Día 25 de abril

El monitoreo se realizó en ocho puntos de la red establecida, los resultados de los parámetros de campo se muestran en el cuadro N° 7; así mismo se presentan los resultados de laboratorio de los tres puntos muestreados (ver cuadro N° 8).

CUADRO N°7: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS CAMPO DE LA PARTE MEDIA Y BAJA DEL RÍO UBINAS

25 DE ABRIL								
N°	Código del Punto	Parámetros de campo ECA Cat. 3 Riego de vegetales y bebida de animales	Fecha:	T (°C)	pH	OD (mg/l)	CE (uS/cm)	Observaciones
			25-abr	-	6,5-8,5	≥4	<2000	
			Descripción					
1	RUBin1	Río Ubinas, antes de la afluencia al río Tambo	08:00	7,5	8,35	9,30	1085	El agua se visualiza color plomizo
2	RUBin2	Río Ubinas, después de confluencia de río Volcanmayo y Sacohaya.	10:00	10	8,23	8,36	1004	El agua se visualiza turbia
3	QMutu	Quebrada Mutuli, aguas arriba del C.P. Tonohaya.	10:33	11,5	8,30	7,85	391	se visualiza el agua color plomizo
4	QTono	Quebrada Tonohaya (llamado río Volcanmayo) ubicado en el lado sureste del volcán Ubinas.	10:45	9,8	8,23	8,23	914	se visualiza el agua plomizo claro
5	QChif	Quebrada Chiflon, aguas abajo del C.P. Ubinas.	11:00	13,2	7,72	7,38	1940	Se visualiza el agua clara
6	QSegu2	Quebrada Seguin, que forma el canal de riego de Ubinas, ubicada en lado sureste del volcán Ubinas.	11:32	16,1	8,01	6,91	914	Se visualiza el agua clara





25 DE ABRIL								
N°	Código del Punto	Parámetros de campo ECA Cat. 3 Riego de vegetales y bebida de animales	Fecha:	T (°C)	pH	OD (mg/l)	CE (uS/cm)	Observaciones
			25-abr					
			Hora	6,5-8,5		≥4	<2000	
Descripción								
7	QAtas	Quebrada Atasapa (Capación agua poblacional C.P. San Miguel)	10:15	19,4	7,42	4,96	385	Se visualiza agua clara
8	RPara	Río Phara, antes de la afluencia al río Ubinas.	09:02	10,1	9,29	8,54	1086	Se visualiza el agua color claro verdoso

Exceden el ECA

CUADRO N° 8: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO UBINAS

25 DE ABRIL						
PARÁMETRO	Código de Cuenca 1318	ECA Categoría 3		Código de punto		
		Riego de vegetales de tallo bajo y alto	Bebida de animales	RPara	RTamb1	RUBin1
				Hora de inicio de muestreo (h)		
Unidad			09:05	16:20	15:45	
<b>PARÁMETRO FÍSICO</b>						
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	-	-	33,91	25,90	114
<b>PARÁMETROS INORGÁNICOS</b>						
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	<0,002	<0,002	<0,002
Sulfatos	mg/L	300	500	355,68	250,00	358,64
<b>Metales y metaloides</b>						
Aluminio (Al)	mg/L	5	5	0,80	1,28	1,82
Antimonio (Sb)	mg/L	-	-	<0,002	<0,002	<0,002
Arsénico (As)	mg/L	0,05	0,1	0,006	0,040	0,016
Bario (Ba)	mg/L	0,7	-	0,043	0,057	0,061
Berilio (Be)	mg/L	-	0,1	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Boro (B)	mg/L	0,5 - 6	5	0,410	2,747	0,406
Calcio (Ca)	mg/L	200	-	95,40	85,28	102,90
Cadmio (Cd)	mg/L	0,005	0,01	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Cobalto (Co)	mg/L	0,05	1	<0,0003	0,0018	0,0007
Cromo (Cr)	mg/L	-	-	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Cobre (Cu)	mg/L	0,2	0,5	0,0018	0,0120	0,0041
Hierro (Fe)	mg/L	1	1	1,056	0,579	1,740
Litio (Li)	mg/L	2,5	2,5	0,039	0,508	0,040
Magnesio (Mg)	mg/L	150	150	43,00	22,32	41,75
Manganeso (Mn)	mg/L	0,2	0,2	0,2347	0,0982	0,1799
Sodio (Na)	mg/L	200	-	65,42	285,01	62,92
Níquel (Ni)	mg/L	0,2	0,2	<0,0004	0,0009	<0,0004
Fósforo (P)	mg/L	-	-	0,145	0,027	0,184
Plata (Ag)	mg/L	0,05	0,05	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Plomo (Pb)	mg/L	0,05	0,05	0,0027	<0,0004	0,0049
Selenio (Se)	mg/L	0,05	0,05	<0,003	<0,003	<0,003
Silíce (SiO <sub>2</sub> )	mg/L	-	-	144,95	61,75	144,09
Talio (Tl)	mg/L	-	-	<0,003	<0,003	<0,003
Vanadio (V)	mg/L	-	-	0,0053	0,0029	0,0071
Zinc (Zn)	mg/L	2	24	0,005	0,029	0,009
Mercurio (Hg)	mg/L	0,001	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<b>Metales y metaloides no considerados en los ECA-Agua:</b>						
Cerio (Ce)	mg/L	-	-	0,007	0,009	0,010
Potasio (K)	mg/L	-	-	9,71	15,00	9,82
Molibdeno (Mo)	mg/L	-	-	<0,002	<0,002	<0,002
Estaño (Sn)	mg/L	-	-	<0,001	<0,001	<0,001
Estroncio (Sr)	mg/L	-	-	0,607	1,569	0,652
Titanio (Ti)	mg/L	-	-	0,0235	0,0088	0,0307

Fuente: Informe de ensayo N° 081583-2014

Exceden el ECA





### 1.3 Criterio de evaluación

Los resultados obtenidos de los cuerpos de agua superficial han sido evaluados con la Categoría 3 del ECA-Agua: "Riego de vegetales y bebida de animales" de acuerdo al artículo 3, numeral 3.3 del D.S. 023-2009-MINAM que indica literalmente: "Para aquellos cuerpos de agua que no se les haya asignado categoría de acuerdo a su calidad se considerara transitoriamente la categoría del recurso hídrico al que tributan".

### 1.4 Discusión de resultados

En el ámbito del río Ubinas, ubicado en la parte alta de la cuenca del río Tambo, se realizó la evaluación de los parámetros físicos e inorgánicos cuyas concentraciones se encontraron dentro de lo establecido en el ECA-Agua categoría 3; a excepción de los siguientes parámetros: pH, aluminio, hierro, boro, sulfatos, magnesio y sodio en algunos cuerpos de agua.

Con la finalidad de evaluar los resultados obtenidos los días 17, 23, 24 y 25 de abril se presenta una evaluación espacial de los parámetros que exceden la categoría 3 del ECA-Agua, así como aquellos que se encuentran relacionados con la actividad del volcán Ubinas (ver figura N° 3).



FIGURA N°3: PARÁMETROS QUE EXCEDEN EL ECA EL RÍO UBINAS - PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO TAMBO





**PARÁMETROS FÍSICOS:**

Los valores de pH cumplen con la Categoría 3 del ECA; excepto en la quebrada Seguin (punto QSegu), donde el pH es ligeramente ácido con un valor de 6,49 Unid. pH. Así mismo se monitoreo dos veces, en el segundo monitoreo realizado en horas de la tarde el pH se registró con una tendencia ligeramente básica llegando a un valor máximo de 8,83 unidades de pH en el río Ubinas (RUbin1).

Cabe indicar que las aguas de la quebrada Seguin proviene de aguas subterráneas de origen térmico, puesto que tienen una mayor temperatura, conductividad y pH ligeramente ácido que los cuerpos de agua superficial. Los valores de conductividad eléctrica indican que no hay problemas con la salinidad del agua, cuyos valores se encuentran dentro de lo indicado en la Categoría 3. Tampoco se observan anomalías en la temperatura del agua y oxígeno disuelto (concentraciones de 6,83 mg/L a 7,47 mg/L).

**PARÁMETROS INORGÁNICOS:****Sulfatos:**

En los cuerpos de agua quebrada Seguin (QSegu1 y QSegu2), quebrada Capajon (QCapa) y río Sacuaya (RSacu) las concentraciones de sulfatos fueron menores al valor establecido en la categoría 3 del ECA-Agua: "Riego de vegetales y bebida de animales", no obstante es un parámetro a tener en cuenta, puesto que es considerado como indicador de la interacción de los cuerpos de agua con gases ácidos y/o componentes volcánicos emitidos por la actividad del volcán, además de la influencia de la aguas sulfatadas (aguas de concentraciones mayores de sulfatos > 200 mg/L) proveniente de la corteza terrestre.

Por otro lado en el río Ubinas, quebrada Tonohaya, quebrada Chiflon y río Para, las concentraciones de sulfatos se encuentran por encima del valor establecido en la categoría 3 del ECA-Agua: "Riego de vegetales y bebida de animales".

De la evaluación de los resultados se observa que existe una relación entre la concentración de los sulfatos con calcio y magnesio (ver gráfico N° 1), debido a que el ion sulfato generalmente se encuentra asociado a estos elementos formando sulfato de calcio y/o sulfato de magnesio (aguas sulfatadas cloruradas alcalinas terreas). La presencia de sulfato y otros iones como los cloruros en los cuerpos de agua (aguas cloruradas y sulfatadas), se debe a la caracterización geoquímica de las fuentes termales y frías localizadas alrededor del volcán Ubinas<sup>1</sup>.

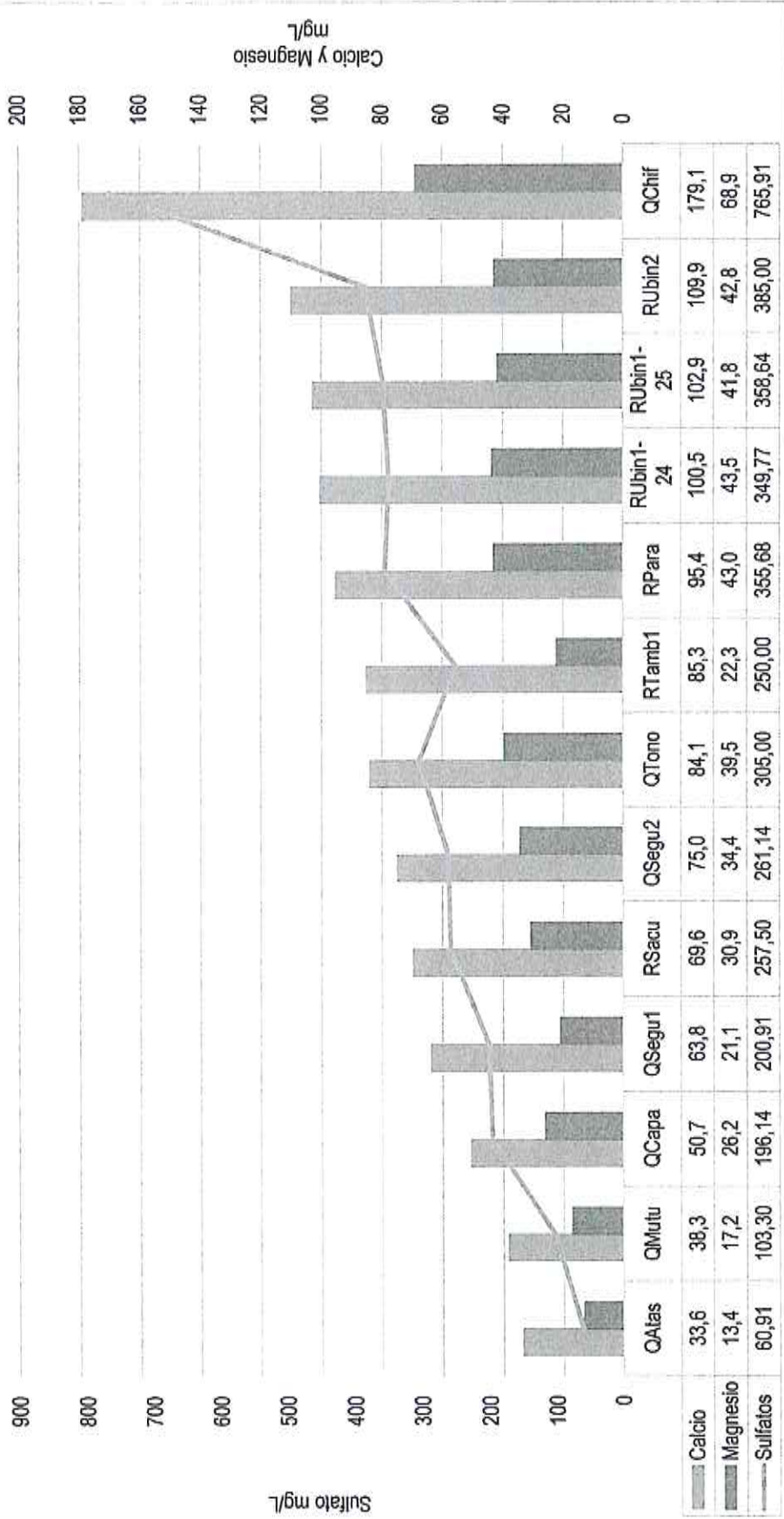
Asimismo, la presencia de los iones sulfatos esta asociado a la condensación de gases volcánicos (SO<sub>2</sub>) liberadas por la actividad del volcán que interaccionan con el agua superficial y estas aguas son inusualmente ácidas, sin embargo por las reacciones de neutralización roca-agua pueden elevar el pH y enmascarar este rasgo característico<sup>1</sup>. Cabe indicar que las concentraciones de sulfatos en el volcán Ubinas son relativamente más altas y anómalas (1200 Tn/día) que otros volcanes como el de Galeras en Colombia (Observatorio Vulcanológico de Pasto, 2007) con 800 Tn/día<sup>2</sup>.



<sup>1</sup> Cruz V., Gonzales K., Macedo O. y Fournier N. Caracterización geoquímica de las fuentes termales y frías asociadas al volcán Ubinas en el sur del Perú. Visto al 28 de mayo en: <http://cdam.minam.gob.pe:8080/bitstream/123456789/837/1/0000614.pdf>.

<sup>2</sup> Resultados del Monitoreo del Volcán Ubinas período Setiembre 2005 a noviembre 2010, INGEMMET, 2011. Visto al 28 de mayo en [file:///J:/Cuencas/Ubinas/informaci%C3%B3n/informe\\_monitoreo\\_%20ubinas\\_2010.pdf](file:///J:/Cuencas/Ubinas/informaci%C3%B3n/informe_monitoreo_%20ubinas_2010.pdf).

GRÁFICO N° 1: RELACIÓN ENTRE CONCENTRACIÓN DE SULFATOS, CALCIO Y MAGNESIO



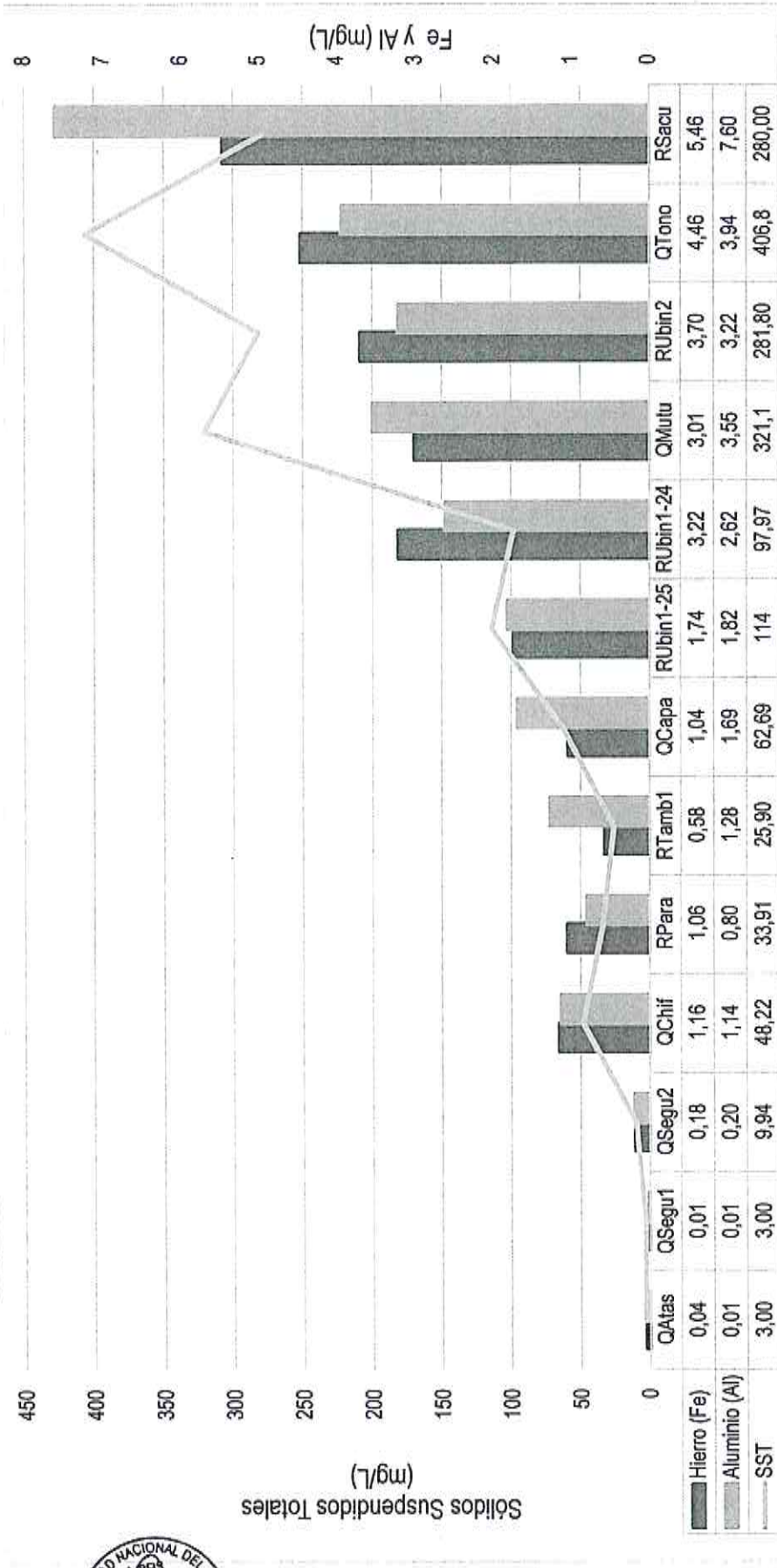
Fuente: Elaboración DGCRH.



*[Handwritten signature]*



GRÁFICO N° 2: RELACIÓN ENTRE CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES - HIERRO Y ALUMINIO



Fuente: Elaboración DGORH.

## Metales:

### Hierro y Aluminio

En cuanto a los metales totales los resultados registraron concentraciones menores a los valores establecidos en la categoría 3 del ECA-Agua: "Riego de vegetales y bebida de animales", a excepción del hierro, aluminio, boro, manganeso y sodio

En el río Sacuaya (RSacu) se encontraron concentraciones de aluminio (7,60 mg/L) y hierro (5,46 mg/L) mayores a los valores establecidos en la categoría 3 del ECA-Agua. Asimismo en la quebrada Capajon (QCapa), río Ubinas (RUBin1 del 24 de abril y RUBin2), quebrada Mutuli (QMutu), quebrada Tonohaya (QTono), quebrada Chiflon (QChif) y río Para (RPara); registraron concentraciones de hierro mayores al valor establecido en la categoría 3 del ECA-Agua.

En referencia a lo anterior, los puntos el agua registran una relación directa metales (aluminio y hierro) y la concentración de sólidos suspendidos totales (ver gráfico N°2), esto debido a la disolución de las partículas de roca (asociación de varios minerales) de la corteza terrestre y las cenizas volcánicas en los cuerpos de agua.

Cabe indicar que las cenizas producidas por el volcán Ubinas están compuestas principalmente de cristales fragmentados de silicatos (minerales conformados por hierro, aluminio, magnesio, sodio y otros metales), tales como: plagioclasa, piroxeno, biotita, olivino y óxidos, además de trizas de vidrio (matriz) que debido a su transporte y caída llegan a los cuerpos de agua<sup>3</sup>.

La presencia de cenizas en los cuerpos de agua se evidencia en la concentración de sólidos suspendidos totales, los cuales en contacto con el agua aportan minerales de hierro y aluminio que se encuentran de manera natural.

De acuerdo a los resultados (Ver Gráfico N°2), las concentraciones de aluminio y hierro están asociadas a la presencia de partículas en los cuerpos de agua provenientes de las cenizas del volcán Ubinas; evidenciada en el monitoreo por la coloración gris del agua, existiendo una relación directa entre las concentraciones de sólidos suspendidos totales y los metales en los cuerpos de agua.

### Silicio

Los cuerpos de agua superficial registraron concentraciones de sílice ( $\text{SiO}_2$ ), que no está relacionado con la deposición de las cenizas (sólidos suspendidos totales) del volcán Ubinas, esto debido a que su presencia se debe principalmente a la mineralogía de la zona, la cual está compuesta en su mayoría por rocas traquiandesitas basálticas, traquiandesitas, traquidacitas, andesitas y dacitas (55,71 – 70,1 % de  $\text{SiO}_2$ )<sup>4</sup> producto de los depósitos volcanoclasticos.

### Otro Metales (Boro, Manganeso y Sodio)

El boro presenta valores que fueron menores al valor establecido en la categoría 3 del ECA-Agua, a excepción del río Tambo (RTamb1), y quebrada Chiflon (QChif) con un valor de 2,747 y 1,188



<sup>3</sup>Rivera, M., Mariño J., et al., "Volcán Ubinas: Actividad Productiva 2005-2007 y Características de Productos Emitidos", Bol. Soc. geol. Perú, 102: 5-23, 2007, p. 9. Visto al 28 de mayo en: [http://ovi.inqemmet.gob.pe/portal\\_volcan/docus/publicaciones/ubinas/articulos/4/unlitled28/index.html](http://ovi.inqemmet.gob.pe/portal_volcan/docus/publicaciones/ubinas/articulos/4/unlitled28/index.html).

<sup>4</sup> Geología y Evaluación de Peligros del Volcán Ubinas, Informe Técnico Geología Ambiental, INGEMMET, 2008. Visto al 28 de mayo en: [http://www.inqemmet.gob.pe/documentos/volcanes/evaluacion\\_peligros\\_ubinas\\_2008.pdf](http://www.inqemmet.gob.pe/documentos/volcanes/evaluacion_peligros_ubinas_2008.pdf).



mg/L respectivamente, cuya presencia se debe a la mineralogía de la zona, no evidenciando relación con la concentración de los sólidos suspendidos.

En cuanto al manganeso, este elemento suele formar minerales con el hierro y otros metales. En los ríos Ubinas (RUBin1) y Para (RPara), así como las quebradas Mutuli (QMutu) y Tonohaya (QTono) se registraron concentraciones mayores al valor establecido en la categoría 3 del ECA-Agua, mientras solamente el río Tambo (RTamb1) registro concentración de sodio, con un valor de 285,01 mg/L, mayor al referido valor de la categoría 3.

Asimismo, el río Tambo (RTamb1) registro concentraciones de sodio y boro mayores al valor establecido en la categoría 3 del ECA-Agua. El río en este punto recibe el aporte de los tributarios (río Ubinas y parte alta del río Tambo), cuyos resultados están asociados a la mineralogía de la zona u otras actividades aguas arriba del punto.

## II. PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO QUILCA-VITOR-CHILI

### 2.1 Red de monitoreo

Con la finalidad de verificar la calidad del agua de los cuerpos naturales de agua ubicados en el área de influencia directa del volcán Ubinas, se estableció una red de monitoreo conformada por siete puntos en total ubicados en la cuenca alta del río Blanco, tributario del río Quilca – Vitor-Chili, seis de los puntos están ubicados en cuerpos naturales de agua y un punto se encuentra ubicado en el colegio IE N° 40634 (ver cuadro N° 9).

CUADRO N°9: PUNTOS DE MONITOREO CALIDAD DEL AGUA – CUENCA DEL RÍO BLANCO

N°	Código del punto	Descripción	Localidad	Distrito	Provincia	Coordenadas WGS 84		Altitud
						Este	Norte	
1	MCcum1	Manantial Ccumo, naciente de Río Blanco	Cancosani	San Juan de Tarucani	Arequipa	293875	8197310	4483
2	MRomi1	Manantial Romicoto	Cancosani	San Juan de Tarucani	Arequipa	293161	8198313	4436
3	PCChi1	Bofedal Cangalle Chico	Cancosani	San Juan de Tarucani	Arequipa	291971	8200204	4370
4	QHuer1	Quebrada Huerta	Cancosani	San Juan de Tarucani	Arequipa	291033	8201011	4328
5	RCanc1	Río Cancosani, a 20m de afluencia de la quebrada Huerta.	Cancosani	San Juan de Tarucani	Arequipa	290276	8201983	4276
6	MPill1	Manantial Pillone	San Juan de Tarucani	San Juan de Tarucani	Arequipa	283833	8207943	4187
7	RBlan1	Río Blanco, en puente río Blanco	San Juan de Tarucani	San Juan de Tarucani	Arequipa	282576	8209072	4178
8*	MChal1*	Pileta de colegio IE N° 40634, proveniente de manantial Challuaya	Cancosani	San Juan de Tarucani	Arequipa	290129	8201575	4290

\*Punto referencial no comparado con ECA-Agua puesto que no es un cuerpo de agua natural.





FIGURA N°7: RED DE PUNTOS DE MONITOREO DE LA PARTE ALTA DEL RIO BLANCO – CUENCA DEL RIO QUILCA-VITOR-CHILI



Fuente: Google Earth, Elaboración propia.





2.2 Resultados de monitoreos

2.2.1 Día 24 de abril

El monitoreo se realizó en siete puntos de los establecidos en la red de monitoreo, los resultados se muestran en el cuadro N° 10.

CUADRO N°10: RESULTADOS DE CAMPO EN EL AMBITO DE LA PARTE ALTA DEL RÍO BLANCO

N°	Código del Punto	Parámetros ECA Cat. 1-A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Fecha:	T (°C)	pH	OD (mg/l)	CE (uS/cm)	Observaciones
			24-abr	-	5,5-9,0	≥5	1600	
Descripción			Hora					
1	MCcum1	Manantial Ccumo, naciente de Río Blanco	11:50	13,8	6,0	4,05	638	Zona con presencia de ceniza
2	MRomi1	Manantial Romicoto	12:17	11,8	6,5	3,08	700	Zona con presencia de ceniza
3	PCChi1	Bofedal Cangalle Chico	13:05	12,7	7,5	7,14	1256	Zona con presencia de ceniza
4	QHuer1	Quebrada Huerta	13:30	17,2	8,4	7,14	1420	Zona con presencia de ceniza
5	RCanc1	Río Cancosani, a 20m de la afluencia de la quebrada Huerta	13:58	19,6	8,1	5,77	277	Zona con presencia de ceniza
6	MPill1	Manantial Pillone	14:40	16,3	8,0	3,14	233	Zona con presencia de ceniza
7	RBlan1	Río Blanco, en puente río Blanco	15:05	19,3	8,9	6,11	417	Zona con presencia de ceniza

Exceden el ECA

2.2.2 Día 26 de abril

El monitoreo se realizó en seis puntos de los establecidos en la red de monitoreo, los resultados se muestran en el cuadro N° 11.

CUADRO N° 11: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA – PARTE ALTA DEL RÍO BLANCO

26 de abril								
PARÁMETRO	Unidad	ECA Categoría 1-A2 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.	Código del punto					
			MCcum1	MRomi1	QHuer1	MChal1	RCanc1	RBlan1
			Hora de muestreo (h)					
			11:30	12:15	13:15	13:40	14:15	15:00
<b>PARÁMETROS FÍSICOS</b>								
pH		5,5-9,0	6,04	6,58	8,48	7,93	8,13	8,86
Temperatura			14	11,7	14,6	11,6	17,3	18,2
Conductividad		1600	637	701	1421	97,8	238	403
Oxígeno disuelto		≥5,00	4,02	3,08	7,82	6,55	6,06	6,25
<b>PARÁMETROS INORGÁNICOS</b>								
Sulfuros	S <sup>-</sup> mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
<b>Nutrientes</b>								
Fosfatos ( PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> mg/L	-	0,135	0,114	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
Nitratos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N mg/L	10	0,062	0,088	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
<b>Metales totales</b>								
Aluminio (Al)	mg/L	0,2	0,02	0,06	<0,01	<0,01	0,07	0,09





		26 de abril						
PARÁMETRO	Unidad	ECA Categoría 1-A2  Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.	Código del punto					
			MCcum1	MRomi1	QHuer1	MChal1	RCanc1	RBlan1
			Hora de muestreo (h)					
			11:30	12:15	13:15	13:40	14:15	15:00
Antimonio (Sb)	mg/L	0,006	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Arsénico (As)	mg/L	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,039
Bario (Ba)	mg/L	0,7	0,014	0,011	0,013	0,014	0,031	0,040
Berilio (Be)	mg/L	0,04	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0006	<0,0002	<0,0002
Boro (B)	mg/L	0,5	0,147	0,173	0,340	0,051	0,065	0,246
Calcio (Ca)	mg/L	-	46,48	48,24	113,84	7,55	17,38	22,61
Cadmio (Cd)	mg/L	0,003	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Cobalto (Co)	mg/L	-	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Cromo (Cr)	mg/L	0,05	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Cobre (Cu)	mg/L	2	<0,0004	<0,0004	0,0005	0,0012	0,0010	0,0009
Hierro (Fe)	mg/L	1	0,007	0,101	0,019	0,003	0,236	0,107
Litio (Li)	mg/L	-	0,021	0,018	0,013	<0,003	<0,003	0,014
Magnesio (Mg)	mg/L	-	28,90	33,37	73,47	2,53	9,27	12,60
Manganeso (Mn)	mg/L	0,4	0,0009	0,0175	0,0422	0,0006	0,0435	0,0069
Sodio (Na)	mg/L	-	35,03	38,58	77,10	4,98	12,25	31,71
Níquel (Ni)	mg/L	0,025	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Fósforo (P)	mg/L	0,15	0,397	0,287	0,069	0,0242	0,024	0,054
Plata (Ag)	mg/L	0,05	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Plomo (Pb)	mg/L	0,05	0,0037	0,0032	0,0027	0,0020	0,0016	0,0016
Selenio (Se)	mg/L	0,05	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Silice (SiO <sub>2</sub> )	mg/L	-	183,39	178,03	128,66	75,47	88,21	98,47
Talio (Tl)	mg/L	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Vanadio (V)	mg/L	0,1	0,0095	0,0060	<0,0002	0,0025	0,0029	0,0047
Zinc (Zn)	mg/L	5	0,070	0,037	0,024	0,039	0,022	0,053
Mercurio (Hg)	mg/L	0,002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<b>Metales y metaloides no considerados en los ECA-Agua:</b>								
Cerio (Ce)	mg/L	-	0,003	0,002	0,003	<0,002	0,003	0,003
Potasio (K)	mg/L	-	6,58	7,44	17,19	3,04	5,26	7,36
Molibdeno (Mo)	mg/L	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Estañio (Sn)	mg/L	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Estroncio (Sr)	mg/L	-	0,094	0,120	0,464	0,084	0,112	0,163
Titanio (Ti)	mg/L	-	0,0003	0,0014	0,0006	<0,0002	0,0033	0,0047

Fuente: Informe de ensayo N° 081685-2014

Exceden el ECA

### 2.3 Criterios de evaluación

Los resultados obtenidos han sido evaluados con la Categoría 1-A2 del ECA-Agua: "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional" de acuerdo al artículo 3, numeral 3.3 del D.S. 023-2009-MINAM que indica literalmente: "Para aquellos cuerpos de agua que no se les haya asignado categoría de acuerdo a su calidad se considerara transitoriamente la categoría del recurso hídrico al que tributan".

### 2.4 Discusión de resultados

El pH presenta un pico de 8,96 Unid. pH en el río Blanco (RBlan1) y un pH ligeramente ácido con un valor de 6,0 en el punto Manantial Ccumo (MCcum1) debido la geoquímica de la zona y la actividad biológica de los cuerpos de agua y regulados por el sistema dióxido de carbono / carbonato (CO<sub>2</sub>/CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)<sup>5</sup>.



<sup>5</sup> Química de las Aguas Naturales. Visto al 28 de mayo en: <http://www.uco.es/~iq2saqr/OIMediambiente/TranspTema6-web.pdf>.



En los manantiales Ccumo (MCcum1), manantial Romicoto (MRomi1) y manantial Pillone (MPill1) los valores de oxígeno disuelto fueron menores al valor establecido en la categoría 1-A2 del ECA-Agua: "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional" debido a las características de los manantiales, los cuales presentaban aguas estancadas con carga orgánica de origen natural.

El fósforo total en los puntos MCcum1 y MRomi1 con valores de 0,397 y 0,287 mg/L respectivamente fueron mayores al valor establecido en la categoría 1-A2 del ECA-Agua, los cuales se debe a características naturales de la zona, puesto que son aguas estancadas con carga orgánica, no encontrándose relación con la actividad volcánica. Asimismo, el arsénico en el río Blanco (RBlan1) excede la categoría 1-A2 del ECA-Agua con un valor de 0,039 mg/L.

Es común encontrar compuestos orgánicos e inorgánicos de fósforo (fosfatos) en el agua, ya que son nutrientes de la vida acuática y limitante del crecimiento de las plantas; sin embargo, alta concentración de estos nutrientes está asociada a problemas de carga orgánica y crecimiento de algas indeseables, evidenciada también con las bajas concentraciones de oxígeno disuelto encontrada en los manantiales, no relacionándose con la actividad del volcán<sup>6</sup>.

## 2.5 CONCLUSIONES

### Parte Alta de la Cuenca río Tambo (río Ubinas y tributarios)

En base a los resultados obtenidos de los parámetros de campo (pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica), así como los resultados de los ensayos de laboratorio del monitoreo (sulfatos, sólidos suspendidos, hierro y aluminio) realizado los días 17, 23, 24 y 25 de abril, podemos indicar que la calidad del agua superficial ha sido afectada por la actividad del volcán Ubinas (cenizas y gases), no siendo aptas para el riego de vegetales y bebida de animales de acuerdo a la categoría 3 del ECA-Agua con la que ha sido evaluada.

### Parte Alta de la Cuenca del río Quilca-Vitor-Chili (río Blanco)

Los valores de los parámetros de campo (pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica), así como los análisis de las muestras tomadas durante los monitoreos los días 24 y 26 de abril indican que no existe impacto en la calidad del agua a causa de la actividad del volcán Ubinas (cenizas y gases).

## 2.6 RECOMENDACIONES

- Remitir el presente reporte a las Administraciones Locales del Agua de Tambo y Chili, así como al INDECI, para conocimiento y fines.
- Disponer que las Administraciones Locales de Agua de Tambo y Chili, hagan seguimiento a los reportes del SENAMHI y del OVI, para que el caso de que se reporte el incremento de la actividad volcánica, se reinicie las actividades de monitoreo y vigilancia de la calidad del agua en el ámbito de influencia del volcán Ubinas.

Lima, 26 de mayo de 2014.



<sup>6</sup> Capítulo I. Aspectos Físicoquímicos de la Calidad del Agua, Quím. Ada Barrenechea Martel, Ministerio del Ambiente (MINAM). Visto al 28 de mayo en: <http://cdam.minam.gob.pe:8080/bitstream/123456789/109/2/CDAM000012-2.pdf>.



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego

Autoridad Nacional del Agua

Dirección de Gestión de la Calidad de los Recursos Hídricos

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"

CUT: 50549 -2014

Lima, 04 JUN 2014

COPIA

OFICIO N° 347 -2014-ANA-DGCRH/VIG

Señor  
Hugo Ernesto Ormeño Baglietto  
Director de la Unidad de Defensa Civil  
Ministerio de Agricultura y Riego  
Av. La Universidad N° 200  
La Molina.-

Asunto : Remito informe de monitoreo de calidad del agua en el ámbito del volcán Ubinas.

Referencia : Oficio N° 071-2014-MINAGRI-SG/UDN

Tengo el agrado de dirigirme a usted para saludarlo cordialmente, asimismo adjuntarle al presente en formato digital los resultados de las muestras tomadas en las fuentes de agua colindantes al volcán Ubinas, conforme lo solicitado con el documento de la referencia.

Sin otro particular, es propicia la ocasión para expresarle mi aprecio y consideración.

Atentamente,

  
Juan Carlos Castro Vargas  
Director (e)

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos

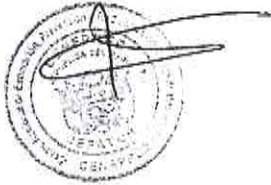
PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS  
CENTRO NACIONAL DE ESTIMACION PREVENCIÓN  
Y REDUCCION DEL RIESGO DE DESASTRES-CENEPRED  
**RECIBIDO**  
09 JUN 2014  
Hora: 14:20h Firma:   
Reg. N° 1325



DGP

Ing. F. Malaga

Atta. Ley. A. Ferrari



PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS  
CENEPRED  
Dirección de Gestión de Procesos  
**RECIBIDO**  
09 JUN. 2014  
Hora: 15.48 Firma: M  
Reg N° 952

Dy. Alab, analizar e incorporar  
al infraval al EVBR.

09/06/2014  
*[Signature]*



02

"Año del Decenio de las personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"

Lima,

29 ABR. 2014

Oficio N° 071 - 2014 - MINAGRI - SG / UDN

Señor Ingeniero  
JUAN CARLOS SEVILLA GILDEMEISTER  
Jefe  
Autoridad Nacional del Agua  
Ministerio de Agricultura y Riego  
Presente.-



Asunto: Informe sobre calidad del agua por efectos del volcán Ubinas.

Referencia: Decreto Supremo N° 028-2014-PCM (publicado el 15/04/2014)

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y a la vez comunicarle que mediante el decreto de la referencia, se declaró el Estado de Emergencia por 60 días en el distrito de Ubinas, provincia General Sánchez Cerro en el departamento de Moquegua y el distrito San Juan de Tarucani, provincia y departamento de Arequipa, como consecuencia del cambio de comportamiento del volcán Ubinas ante la emisión de fumarolas de vapor a fumarolas de cenizas y exposición de material piroclástico, afectándose los pastos, fuentes de agua y amenazando a la población de auquénidos.

En tal sentido, el Artículo 2 de la mencionada norma, establece que: *el Ministerio de Agricultura y Riego, entre otras entidades, ejecutarán acciones inmediatas y necesarias destinadas a la atención de la emergencia y rehabilitación de las zonas afectadas, acciones que pueden ser modificadas de acuerdo a las necesidades y elementos de seguridad que se vayan presentando durante su ejecución.* Asimismo, en el Artículo 3, designan al INDECI la responsabilidad de coordinar entre el Gobierno Regional y los sectores, debiendo informar a la Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres de la PCM las acciones que se ejecuten.

Al respecto, uno de los recursos afectados por las cenizas volcánicas son las fuentes de agua, por lo que agradeceré nos haga llegar el resultado de las muestras que la Autoridad Nacional del Agua ha tomado en las fuentes de agua colindantes al volcán Ubinas, a fin de hacerla llegar a los Gobiernos Regionales y Locales comprendidos en el decreto referido y se tomen las acciones correspondientes.

Agradeciendo la atención y urgencia que le brinde al presente, me despido, haciendo propicia la ocasión para expresarle los sentimientos de mi consideración y estima.

Atentamente,



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO  
SECRETARIA GENERAL

Sr. HUGO ERNESTO ORMEÑO BAGLIETTO  
DIRECTOR  
UNIDAD DEFENSA NACIONAL

56314-14



