

Programa Conjunto

Gestión integral y adaptativa de recursos ambientales para minimizar vulnerabilidades al cambio climático en microcuencas alto andinas

Contrato No.PE/CNT/1100260.001

INFORME FINAL

ESTUDIO DE LA CALIDAD DE FUENTES UTILIZADAS PARA CONSUMO HUMANO Y PLAN DE MITIGACIÓN POR CONTAMINACIÓN POR USO DOMÉSTICO Y AGROQUÍMICOS EN APURIMAC Y CUSCO



Lima, Enero 2012

Elaborado por : ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A.
Agencia solicitante : OPS/OMS

INDICE

1. ANTECEDENTES	1
2. ALCANCE	1
3. OBJETIVOS	2
3.1 Objetivos del Proyecto	2
3.2 Objetivos Específicos	2
4 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL	3
4.1 Constitución Política del Perú (1993)	3
4.2 Ley General del Ambiente - Ley N° 28611	3
4.3 Ley de Recursos Hídricos - Ley N° 29338	4
4.4 Ley General de Salud - Ley N° 26842	4
4.5 Aprueban Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano – Decreto Supremo N° 031-2010-S.A.	4
4.6 Estándares Internacionales para la Calidad de Agua para Consumo Humano establecidos por la Organización Mundial para la Salud	8
5. METODOLOGÍA	9
6. MONITOREO	10
6.1 Parámetros de Monitoreo	10
6.1.1. Parámetros Físico Químico	11
7. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA ESTUDIADA	21
7.1 COTABAMBAS	21
7.2 CHUMBIVILCAS	22
8. INVENTARIO DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN	24
9. TOMA DE MUESTRAS EN FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO	24
9.1 Puntos de Monitoreo	24
9.1.1 Cusco	24

9.1.2 Apurímac	25
9.2 Equipos y Materiales para el Monitoreo	26
9.2.1 Equipos Empleados	26
9.2.2 Materiales	27
10. PARÁMETROS Y MÉTODOS DE ANÁLISIS	28
10.1 Metodología para el Muestreo	28
10.2 Metodología de Análisis	30
11. RESULTADOS DEL MONITOREO	31
11.1 Parámetros de Campo	31
11.1.1 Cusco	31
11.1.2 Apurímac	40
12. RESULTADOS	46
12.1 Resultados - Cusco	46
12.2 Resultados – Apurímac	49
13. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	52
14. CONCLUSIONES	70

ANEXOS

ANEXO Nº 1: PLAN DE MITIGACIÓN

ANEXO Nº 2: CADENA DE CUSTODIA DE LOS INFORMES DE ENSAYO DE LABORATORIO

ANEXO Nº 3: RESULTADOS DE LABORATORIO

ANEXO Nº 4: PLANO GENERAL DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

1. ANTECEDENTES

El Programa Interagencial "Gestión integral y adaptativa de recursos ambientales para minimizar vulnerabilidades al cambio climático en microcuencas andinas" busca transversalizar medidas de adaptación al cambio climático en el quehacer de los gobiernos distritales, regionales y en las asociaciones de comunidades y productores, y en los habitantes de las dos microcuencas en general a través del desarrollo de un amplio conjunto de acciones de desarrollo de capacidades en las autoridades regionales y locales y en las familias rurales.

Geográficamente el Programa está focalizado en dos microcuencas: Challhuahuacho, en la región de Apurímac, y Santo Tomás la región del Cusco, que forman la subcuenca del río Santo Tomás que, a su vez, integra la cuenca del río Apurímac.

El presente estudio muestra el estado situacional de las fuentes de agua para consumo humano y su vulnerabilidad ante agentes naturales y artificiales.

La metodología del trabajo de campo realizado fue en dos etapas, primero se han realizado las coordinaciones a nivel regional y local con las instituciones involucradas en el sector saneamiento como son la Dirección Regional de Salud tanto en Apurímac y Cusco, Autoridad Nacional del Agua, Ministerio del Medio Ambiente, Gobiernos Locales y las comunidades ubicadas en el ámbito del estudio. En la segunda etapa del trabajo se ha levantado la información primaria en las localidades seleccionadas; a través de la verificación in situ, registro fotográfico y toma de muestras de cada una de las fuentes de agua seleccionadas.

El estudio abarca los distritos de Ccapacmarca, Colquemarca, Santo Tomás, Llusco y Quiñota en la región Cusco y los distritos de Challhuahuacho, Haquira, Mara y Tambobamba en la región Apurímac, con una superficie de 4,331 km² y se extiende sobre 3 pisos ecológicos, que van desde los 3000 msnm hasta los 4500 msnm.

Se realizó un trabajo de campo, en conjunto con las comunidades, en donde se realizó un levantamiento de información relevante, para el estudio, tal como; principales fuentes de contaminación actual y potencial, calidad de las aguas, identificación de zonas de riesgo, y toma de muestras.

2. ALCANCE

El Estudio de Calidad del Agua será desarrollado en 9 distritos de los departamentos de Cusco y Apurímac.

El número de sistemas mínimo que se han considerado en el Estudio son 12 distribuidos en los 9 distritos y dos puntos de muestreo de fuentes en la microcuenca.

- **REGIÓN CUSCO**

DISTRITOS	COMUNIDAD
Ccapacmarca	Ccochapata
Colquemarca	Huisuray
Llusco	Llusco A
	Llusco B
Quiñota	Quiñota
Santo Tomás	Santo Tomás A
	Santo Tomás B

- **REGIÓN APURÍMAC**

DISTRITOS	COMUNIDAD
Challhuahuacho	Challhuahuacho
Haqaira	Haqaira A
	Haqaira B
Tambobamba	Tambobamba
Mara	Mara
	Apumarca

- **MICROCUCENCA**

- ❖ **Santo Tomás:**

DISTRITO	COMUNIDAD
Santo Tomas	Santo Tomás A

- ❖ **Tambobamba:**

DISTRITO	COMUNIDAD
Tambobamba	Tambobamba

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Elaborar un Informe de las Actividades que fueron realizadas en campo donde se exponga la información relevante encontrada, para luego elaborar el Plan de mitigación y estudio de calidad de las aguas sobre las fuentes de agua subterránea y superficial utilizadas para consumo humano por las poblaciones de Chumbivilcas – Cusco y Cotabambas - Apurímac.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar las principales amenazas sobre las fuentes de agua en las poblaciones.

- Monitorear las fuentes de agua para consumo humano por las poblaciones de Chumbivilcas – Cusco y Cotabambas - Apurímac.

4. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

Los lineamientos de políticas nacionales, regionales, locales y sectoriales relevantes para la ejecución del trabajo de campo se presentan a continuación:

4.1 Constitución Política del Perú (1993).

La Constitución Política del Perú constituye, dentro del ordenamiento jurídico, la norma legal de mayor jerarquía e importancia dentro del Estado Peruano. En ella se resaltan los derechos fundamentales de la persona humana, como son el derecho de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida.

4.2 Ley General del Ambiente - Ley N° 28611.

Artículo I.- Del derecho y deber fundamental

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida; y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

Artículo V.- Del principio de sostenibilidad

La gestión del ambiente y de sus componentes, así como el ejercicio y la protección de los derechos que establece la presente Ley, se sustentan en la integración equilibrada de los aspectos sociales, ambientales y económicos del desarrollo nacional, así como en la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

Artículo IX.- Del principio de responsabilidad ambiental

El causante de la degradación del ambiente y de sus componentes, sea una persona natural o jurídica, pública o privada, está obligado a adoptar inexcusablemente las medidas para su restauración, rehabilitación o reparación según corresponda o, cuando lo anterior no fuera posible, a compensar en términos ambientales los daños generados, sin perjuicio de otras responsabilidades administrativas, civiles o penales a que hubiera lugar.

Artículo X.- Del principio de equidad

El diseño y la aplicación de las políticas públicas ambientales deben contribuir a erradicar la pobreza y reducir las inequidades sociales y económicas existentes; y al desarrollo económico sostenible de las poblaciones menos favorecidas.

En tal sentido, el Estado podrá adoptar, entre otras, políticas o programas de acciones afirmativas, entendidas como el conjunto coherente de medidas de carácter temporal dirigidas a corregir la situación de los miembros del grupo al que están destinadas, en un aspecto o varios de su vida social o económica, a

fin de alcanzar la equidad efectiva.

4.3 Ley de Recursos Hídricos - Ley Nº 29338.

Esta Ley establece que las aguas, sin excepción alguna, son de propiedad de la Nación, y su dominio es inalienable e imprescriptible. No hay propiedad privada de las aguas ni derechos adquiridos sobre ellas. El uso justificado y racional del agua, sólo puede ser otorgado en armonía con el interés social y el desarrollo del país.

Según el **Artículo 83º** Está prohibido verter sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a ésta, que representen riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación. La Autoridad Ambiental respectiva, en coordinación con la Autoridad Nacional, establece los criterios y la relación de sustancias prohibidas.

4.4 Ley General de Salud - Ley Nº 26842.

Esta Ley establece que la salud es condición indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo. Por tanto, es responsabilidad del Estado regularla, vigilarla y promoverla.

En el **Artículo 103º** se indica que la protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares que para preservar la salud de las personas, establece la Autoridad de Salud competente.

En el **Artículo 104º** se señala que toda persona natural o jurídica está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.

En el **Artículo 105º** se encarga a la Autoridad de Salud competente, la misión de dictar las medidas necesarias para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia.

4.5 Aprueban Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano – Decreto Supremo Nº 031-2010-S.A.

El presente Reglamento establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población.

El presente Reglamento y las normas sanitarias complementarias que dicte el Ministerio de Salud son de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, que tenga responsabilidad de acuerdo a ley o participe o intervenga en cualquiera de las actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano,

desde la fuente hasta su consumo; no se encuentran comprendidas en el ámbito de aplicación del presente Reglamento:

- Las aguas minerales naturales reconocidas por la autoridad competente; y
- Las aguas que por sus características físicas y químicas, sean calificadas como productos medicinales.

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

UFC = Unidad formadora de colonias
(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

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

UCV = Unidad de color verdadero
UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad



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

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



Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
23. Monocloramina	mgL ⁻¹	3
24. Tricloroetano	mgL ⁻¹	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgL ⁻¹	0,004
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgL ⁻¹	0,008
27. 1,2- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	0,3
29. 1,1- Dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
30. 1,2- Dicloroetano	mgL ⁻¹	0,05
31. Diclorometano	mgL ⁻¹	0,02
32. Ácido edético (EDTA)	mgL ⁻¹	0,6
33. Etilbenceno	mgL ⁻¹	0,3
34. Hexaclorobutadieno	mgL ⁻¹	0,0006
35. Acido Nitrotriacético	mgL ⁻¹	0,2
36. Estireno	mgL ⁻¹	0,02
37. Tolueno	mgL ⁻¹	0,7
38. Xileno	mgL ⁻¹	0,5
39. Atrazina	mgL ⁻¹	0,002
40. Carbofurano	mgL ⁻¹	0,007
41. Clorotoluron	mgL ⁻¹	0,03
42. Cianazina	mgL ⁻¹	0,0006
43. 2,4- DB	mgL ⁻¹	0,09
44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgL ⁻¹	0,001

45. 1,2- Dibromoetano	mgL ⁻¹	0,0004
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgL ⁻¹	0,04
47. 1,3- Dicloropropeno	mgL ⁻¹	0,02
48. Dicloroprop	mgL ⁻¹	0,1
49. Dimetato	mgL ⁻¹	0,006
50. Fenoprop	mgL ⁻¹	0,009
51. Isoproturon	mgL ⁻¹	0,009
52. MCPA	mgL ⁻¹	0,002
53. Mecoprop	mgL ⁻¹	0,01
54. Metolacloro	mgL ⁻¹	0,01
55. Molinato	mgL ⁻¹	0,006
56. Pendimetalina	mgL ⁻¹	0,02
57. Simazina	mgL ⁻¹	0,002
58. 2,4,5- T	mgL ⁻¹	0,009
59. Terbutilazina	mgL ⁻¹	0,007
60. Trifluralina	mgL ⁻¹	0,02
61. Cloropirifos	mgL ⁻¹	0,03
62. Piriproxifeno	mgL ⁻¹	0,3
63. Microcistin-LR	mgL ⁻¹	0,001

64. Bromato	mgL ⁻¹	0,01
65. Bromodiclorometano	mgL ⁻¹	0,06
66. Bromoformo	mgL ⁻¹	0,1
67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mgL ⁻¹	0,01
68. Cloroformo	mgL ⁻¹	0,2
69. Cloruro de cianógeno (como CN)	mgL ⁻¹	0,07
70. Dibromoacetónitrilo	mgL ⁻¹	0,07
71. Dibromoclorometano	mgL ⁻¹	0,1
72. Dicloroacetato	mgL ⁻¹	0,05
73. Dicloroacetónitrilo	mgL ⁻¹	0,02
74. Formaldehído	mgL ⁻¹	0,9
75. Monocloroacetato	mgL ⁻¹	0,02
76. Tricloroacetato	mgL ⁻¹	0,2
77. 2,4,6- Triclorofenol	mgL ⁻¹	0,2



Nota 1: En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL⁻¹.

Nota 2: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL⁻¹.

Nota 3: La suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodichlorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{\text{LMP}_{\text{Cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{\text{LMP}_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{\text{LMP}_{\text{Bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{\text{LMP}_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

donde, C: concentración en mg/L, y LMP: límite máximo permisible en mg/L

4.6 Estándares Internacionales para la Calidad de Agua para Consumo Humano establecidos por la Organización Mundial para la Salud.

Todos los países que establecen este tipo de normas nacionales utilizan como parámetro principal de comparación las Guías de la OMS para la Calidad del Agua Potable. Las guías son documentos que se publican aproximadamente cada 12 años, donde se acopia la última información disponible en el mundo sobre el tema.

PARÁMETROS	SÍMBOLO	UNIDAD	OMS
Potencial hidrógeno	pH	-	6.5-8.5
Conductividad eléctrica	CE	uS	-
Temperatura	T°	°C	-
Turbiedad	-	UNT	5
Sólidos disueltos totales	SDT	ppm	-
Cloro libre	-	mg/L	>0.5
Cloruros	Cl-	mg/L	250
Nitratos	N-NO3	mg/L	50
Coliformes Fecales	-	NMP/100ml	0
Coliformes Totales	-	NMP/100ml	0
Metales por ICP:			
Aluminio	Al	mg/L	0.2
Antimonio	Sb	mg/L	0.02
Arsénico	As	mg/L	0.01
Bario	Ba	mg/L	0.7
Berilio	Be	mg/L	-
Bismuto	Bi	mg/L	-
Boro	B	mg/L	0.5
Cadmio	Cd	mg/L	0,003
Calcio	Ca	mg/L	-
Cerio	Ce	mg/L	-
Circonio	Zr	mg/L	-
Cobalto	Co	mg/L	-
Cobre	Cu	mg/L	2
Cromo	Cr	mg/L	0.05
Escanio	Sc	mg/L	-

Estaño	Sn	mg/L	-
Estroncio	Sr	mg/L	-
Fósforo	P	mg/L	-
Hierro	Fe	mg/L	0,3
Itrio	Y	mg/L	-
Lantano	La	mg/L	-
Litio	Li	mg/L	-
Magnesio	Mg	mg/L	-
Manganeso	Mn	mg/L	0,4
Molibdeno	Mo	mg/L	0.07
Níquel	Ni	mg/L	0.02
Plata	Ag	mg/L	-
Plomo	Pb	mg/L	0,10
Potasio	K	mg/L	-
Selenio	Se	mg/L	0.01
Silicio (SiO ₂)	Si	mg/L	-
Sodio	Na	mg/L	200
Talio	Tl	mg/L	-
Titanio	Ti	mg/L	-
Vanadio	V	mg/L	-
Wolframio/Tungsteno	W	mg/L	-
Zinc	Zn	mg/L	3

5. METODOLOGÍA

El trabajo de campo se ha realizado a través de una estrategia de trabajo consistente en las siguientes acciones:

- a) Reconocimiento del área de estudio a través de visitas de campo para la observación, verificación, detección y tipificación de las posibles ocurrencias asociados a riesgos naturales y humanos; y que constituyen algún grado de amenaza a las distintas fuentes de agua de consumo humano en las diferentes comunidades.

Para ello se contó con el apoyo de la oficina de la OPS regional Cusco, quién por medio de los facilitadores zonales ayudaron a que las visitas al campo fueran más ágiles y mejor dirigidas a identificar las ocurrencias objeto de este estudio; adicionalmente se entrevistaron a pobladores conocedores del municipio, con la finalidad de obtener referencias históricas acerca de amenazas observadas y convivencia cotidiana con estas ocurrencias.

- b) Toma de muestras, se realizaron los monitoreos en las fuentes de agua listadas a continuación:

b.1) En Cusco:

DISTRITO	COMUNIDAD
Ccapacmarca	Ccochapata
Colquemarca	Huisuray
Llusco	Llusco A
	Llusco B
Quiñota	Quiñota
Santo Tomas	Santo Tomás A
	Santo Tomás B

b.2) En Apurímac:

DISTRITO	COMUNIDAD
Challhuahuacho	Challhuahuacho
Haqira	Haqira A
	Haqira B
Tambobamba	Tambobamba
Mara	Mara
	Apamarca

b.3) En la Microcuenca

❖ Santo Tomás:

DISTRITO	COMUNIDAD
Santo Tomas	Santo Tomás A

❖ Tambobamba

DISTRITO	COMUNIDAD
Tambobamba	Tambobamba

6. MONITOREO**6.1 Parámetros de Monitoreo**

Durante el levantamiento de la información en campo, se analizaron los parámetros que se describen brevemente a continuación:

6.1.1 Parámetros Físico Químicos:

- **Potencial hidrógeno (pH):**
Es el logaritmo base 10, de la actividad molar de los iones hidrógeno de una solución. Indica la acidez o alcalinidad del agua.

- **Temperatura (T°):**

La temperatura es un parámetro termodinámico del estado de un sistema que caracteriza el calor, o transferencia de energía. La temperatura del agua influirá en la cantidad de oxígeno presente en el agua ya que a mayor temperatura se acelerará el proceso fotosintético así como la remoción de materia orgánica.

- **Oxígeno Disuelto (OD):**

Es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y que es esencial para la vida de cualquier organismo acuático. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de contaminación del agua. Gran parte del oxígeno disuelto en el agua proviene del oxígeno presente en el aire que se ha disuelto en el agua. Parte del oxígeno disuelto en el agua es el resultado de la fotosíntesis de las plantas acuáticas.

Otros factores también afectan los niveles de OD; por ejemplo, en un día soleado se producen altos niveles de OD en áreas donde hay muchas algas o plantas debido a la fotosíntesis. La turbulencia de la corriente también puede aumentar los niveles de OD debido a que el aire queda atrapado bajo el agua que se mueve rápidamente, disolviéndose en el agua.

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):**

Indica la cantidad en miligramos de oxígeno disuelto que utilizan las bacterias para descomponer la materia orgánica presente en un litro de agua. Es una medida cuantitativa de la contaminación del agua por materia orgánica.

- **Sólidos Suspendidos Totales (SST):**

Los sólidos suspendidos totales o el residuo no filtrable de una muestra de agua natural o residual industrial o doméstica. Los SST son la cantidad de Sólidos que el agua conserva en suspensión después de 10 minutos de asentamiento, y se mide en ppm.

- **Conductividad eléctrica y TDS:**

El Índice TDS o Sólidos totales disueltos (siglas en inglés de Total Dissolved Solids) es una medida de la concentración total de iones en solución. La conductividad es realmente una medida de la actividad iónica de una solución en términos de su capacidad para transmitir corriente.

- **Turbiedad (UNT)**

La turbiedad en el agua puede ser causada por la presencia de partículas suspendidas y disueltas de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, con un ámbito de tamaños desde el coloidal hasta partículas macroscópicas, dependiendo del grado de turbulencia.

- **Sólidos disueltos totales**

Los sólidos disueltos totales (SDT) comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos,

cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua.

- **Cloro libre**

El cloro es un gas altamente reactivo. Es un elemento que se da de forma natural. Las plantas de tratamiento de agua y de aguas residuales utilizan cloro para reducir los niveles de microorganismos que pueden propagar enfermedades entre los humanos (desinfección).

Los efectos del cloro en la salud humana dependen de la cantidad de cloro presente, y del tiempo y la frecuencia de exposición. Los efectos también dependen de la salud de la persona y de las condiciones del medio cuando la exposición tuvo lugar.

- **Cloruros**

Los cloruros que se encuentran en el agua natural proceden de la disolución de suelos y rocas que los contengan y que están en contacto con el agua. Otra fuente de cloruros es la descarga de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales a aguas superficiales.

- **Nitratos**

Los nitratos son compuestos presentes en la naturaleza que forman parte del ciclo del nitrógeno. En concreto es la forma oxidada estable de ese ciclo. La concentración de nitrato en aguas subterráneas y superficiales suele ser baja, pero puede llegar a ser alta por filtración o escorrentía de tierras agrícolas o debido a la contaminación por residuos humanos o animales como consecuencia de la oxidación del amoníaco y fuentes similares.

- **Sulfatos**

Los sulfatos son compuestos que se encuentran presentes en el agua de forma natural, debido al lavado y la disolución parcial de materiales del terreno por el que discurre (formaciones rocosas compuestas de yeso principalmente y suelos sulfatados).

Se han encontrado altas concentraciones tanto en las aguas subterráneas como sometidas a contaminación antropogénicas.

- **Fosfatos**

El ión fosfato en general forma sales muy poco solubles y precipita fácilmente como fosfato cálcico. Como procede de un ácido débil contribuye a la alcalinidad del agua. No suele haber en el agua más de 1 ppm, salvo en los casos de contaminación por fertilizantes fosfatados.

- **Fluoruros**

El ión fluoruro corresponde a sales de solubilidad muy limitada, suele encontrarse en cantidades superiores a 1 ppm, alrededor de dicha concentración puede resultar beneficioso.

- **Mercurio**

Se trata de un elemento muy tóxico para las personas. Su ingestión puede provocar daños renales y el sistema nervioso central si la dosis es alta. Los síntomas son dolor en el vientre, vómitos y diarrea.

- **Coliformes Fecales**

Las bacterias Coliformes Fecales forman parte del total del grupo Coliformes. Son definidas como bacilos gram-negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ dentro de las 24 ± 2 horas. La mayor especie en el grupo de coliforme fecal es el *Escherichia coli*.

La presencia de coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.

- **Coliformes Totales**

Los Coliformes totales se definen como bacilos Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares y otros agentes tensoactivos con propiedades similares de inhibición del crecimiento, no tienen citocromo oxidasa y son capaces de fermentar la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído, en un período de 24 a 48 horas.

Se pueden encontrar tanto en las heces como en el medio ambiente y en el agua para consumo con concentraciones de nutrientes relativamente elevadas

- **Dureza Total**

La dureza del agua se debe al contenido de calcio y, en menor medida, de magnesio disueltos. Suele expresarse como cantidad equivalente de carbonato cálcico.

En función del pH y de la alcalinidad, una dureza del agua por encima de 200 mg/l aproximadamente puede provocar la formación de incrustaciones, sobre todo en las calefacciones. Las aguas blandas con una dureza menor que 100 mg/l aproximadamente tienen una capacidad de amortiguación baja y pueden ser más corrosivas para las tuberías. No se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para la dureza. No obstante, el grado de dureza del agua puede afectar a su aceptabilidad por parte del consumidor en lo que se refiere al sabor y a la formación de incrustaciones.

- **Sólidos Suspendidos Totales**

Los sólidos en suspensión son productos de la erosión de los suelos, detritus orgánico y plancton. Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles.

La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición. Pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua.

▪ **Aluminio**

El aluminio es el elemento metálico más abundante en la Tierra, y constituye aproximadamente el 8% de la superficie terrestre.

Casi todas las rocas contienen aluminio en forma, por ejemplo, de aluminio silicatos (arcillas). El agua de lluvia puede disolver el aluminio del suelo y las rocas, y se puede encontrar disuelto en ciertos lagos, arroyos y ríos, hallándose de forma natural en concentraciones de hasta 2mg/L.

▪ **Antimonio**

El antimonio se encuentra en cantidades traza en agua naturales (normalmente inferiores a 10µg/L) y puede presentarse en mayores concentraciones en manantiales termales o en aguas que drenan zonas mineralizadas. El antimonio no es un elemento abundante en la naturaleza; raras veces se encuentra en forma natural, como Sb₂S₃ (estibnita, antimonita); el Sb₂O₃ (valentinita) se halla como producto de descomposición de la estibnita.

▪ **Arsénico**

El arsénico es un elemento distribuido extensamente por toda la corteza terrestre, en su mayoría en forma de sulfuro de arsénico o de arseniatos y arseniuros metálicos. La principal fuente de arsénico del agua de consumo es la disolución de minerales y menas de origen natural. Excepto en las personas expuestas al arsénico por motivos laborales, la vía de exposición más importante es la vía oral, por el consumo de alimentos y bebidas.

En ciertas regiones, las fuentes de agua de consumo, particularmente las aguas subterráneas, pueden contener concentraciones altas de arsénico. En algunas zonas, el arsénico del agua de consumo afecta significativamente a la salud, y el arsénico se considera una sustancia a la que debe darse una prioridad alta en el análisis sistemático de fuentes de agua de consumo. Con frecuencia, su concentración está estrechamente relacionada con la profundidad del pozo.

▪ **Bario**

El bario es un oligoelemento presente en las rocas ígneas y sedimentarias, pero el bario presente en el agua proviene principalmente de fuentes naturales.

Aunque no se encuentra libre en la naturaleza, se presenta en una cantidad de compuesto. Su sal más común es el sulfato de bario (barita) y la menos común el carbonato de bario. El bario en el agua proviene de fuentes naturales. Los acetatos, nitratos y haluros son solubles en el agua, pero los carbonatos, cromatos, fluoruros, oxalatos, fosfatos los son en menor concentración. La solubilidad de

los compuestos del bario se incrementa cuando los niveles de pH disminuyen.

- **Berilio**

El berilio se presenta en la naturaleza formando diversos compuestos minerales. Constituye aproximadamente el 0,006% de la corteza terrestre.

- **Bismuto**

Es un metal típico desde el punto de vista químico. En compuestos, tiene valencias de +3 o +5, siendo más estables los compuestos de bismuto trivalente.

Existen varios nitratos, especialmente el nitrato de bismuto, $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, o trinitrato de bismuto, y su pentahidrato, $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, que se descompone en nitrato de bismuto. Éste también se conoce como oxinitrato de bismuto, nitrato de bismutilo, blanco perla.

- **Boro**

Los compuestos de boro se utilizan en la fabricación de vidrio, jabones y detergentes, y también como ignífugos. La mayor exposición al boro de la población general es mediante el consumo de alimentos, ya que se encuentra naturalmente en muchas plantas comestibles.

El boro se encuentra de forma natural en aguas subterráneas, pero su presencia en aguas superficiales con frecuencia es consecuencia del vertido en aguas superficiales de efluentes de aguas residuales tratadas (a las que accede por su utilización en ciertos detergentes).

- **Cadmio**

El cadmio es un metal que se utiliza en la industria del acero y en los plásticos. Los compuestos de cadmio son un componente muy utilizado en pilas eléctricas. El cadmio se libera al medio ambiente en las aguas residuales, y los fertilizantes y la contaminación aérea local producen contaminación difusa.

Las impurezas de cinc de las soldaduras y las tuberías galvanizadas y algunos accesorios de fontanería metálicos también pueden contaminar el agua de consumo. La principal fuente de exposición diaria al cadmio son los alimentos. La ingesta oral diaria es de 10 a 35 g. El consumo de tabaco es una fuente adicional significativa de exposición al cadmio.

- **Calcio**

Junto con el magnesio son los principales causantes de la dureza. Representa más un problema Económico por las incrustaciones en cañerías, que un problema de salud. El ión calcio forma sales desde moderadamente solubles a muy insolubles. Precipita fácilmente como carbonato de calcio (CO_3Ca). Es el principal componente de la dureza del agua y causante de incrustaciones. Las aguas dulces suelen contener de 10 a 250 ppm, pudiendo llegar hasta 600 ppm. El agua de mar alrededor de 400 ppm. Se determina por complejo métrica con

EDTA o NTA. Su eliminación se hace por precipitación e intercambio iónico y ósmosis inversa.

- **Cerio**
Elemento químico, Ce, número atómico 58, peso atómico 140.12. Es el elemento metálico más abundante del grupo de las tierras raras en la tabla periódica.
- **Cobalto**
El cobalto puede entrar al ambiente tanto desde fuentes naturales como a causa de actividades humanas. El cobalto se encuentra en forma natural en el suelo, rocas, el aire, el agua, en plantas y en animales. Puede entrar al aire y al agua y depositarse en el suelo en polvo, rocío de mar, erupciones volcánicas e incendios forestales. Además, puede entrar a aguas superficiales en agua de escorrentía producida por lluvia que cae sobre suelo o rocas que contienen cobalto.
- **Cobre**
El cobre es un nutriente esencial y, al mismo tiempo, un contaminante del agua de consumo. En ocasiones se añade sulfato de cobre pentahidratado a las aguas superficiales para el control de algas. Las concentraciones de cobre en el agua de consumo varían mucho, y la fuente principal más frecuente es la corrosión de tuberías de cobre interiores.

Las concentraciones suelen ser bajas en muestras de agua corriente o que se ha dejado correr prolongadamente, mientras que en muestras de agua retenida o que se ha dejado correr poco tiempo son más variables y suelen ser considerablemente más altas (con frecuencia >1 mg/l). La concentración de cobre en el agua tratada suele aumentar durante su distribución, sobre todo en sistemas con pH ácido o en aguas con concentración alta de carbonato, con pH alcalino.

- **Cromo**
El cromo es un elemento distribuido extensamente en la corteza terrestre. Puede presentar valencias de +2 a +6. Al parecer, los alimentos son en general la fuente principal de ingesta de cromo.
- **Estaño**
El estaño como simple átomo o en molécula no es muy tóxico para ningún tipo de organismo. La forma tóxica es la forma orgánica. Los compuestos orgánicos del estaño pueden mantenerse en el medio ambiente durante largos periodos de tiempo. Son muy persistentes y no fácilmente biodegradables. Los microorganismos tienen muchas dificultades en romper compuestos orgánicos del estaño que se han acumulado en aguas del suelo a lo largo de los años. Las concentraciones de estaño orgánico todavía aumentan debido a esto.
- **Estroncio**
Los compuestos del estroncio que son insolubles en agua pueden llegar a ser solubles en agua, como resultado de reacciones químicas.

Los compuestos solubles en agua constituyen una mayor amenaza para la salud de los humanos que los compuestos insolubles en agua.

Además, las formas solubles del Estroncio tienen la oportunidad de contaminar el agua. Afortunadamente las concentraciones en agua potable son a menudo bastante bajas.

- **Fosforo**

El fósforo forma la base de gran número de compuestos, de los cuales los más importantes son los fosfatos.

En todas las formas de vida, los fosfatos desempeñan un papel esencial en los procesos de transferencia de energía, como el metabolismo, la fotosíntesis, la función nerviosa y la acción muscular. Los ácidos nucleicos, que entre otras cosas forman el material hereditario (los cromosomas), son fosfatos, así como cierto número de coenzimas. Los esqueletos de los animales están formados por fosfato de calcio.

- **Hierro**

El hierro es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre. Está presente en aguas dulces naturales en concentraciones de 0,5 a 50 mg/l. También puede haber hierro en el agua de consumo debido a la utilización de coagulantes de hierro o a la corrosión de tuberías de acero o hierro colado durante la distribución del agua.

El hierro es un elemento esencial en la nutrición humana. Las necesidades diarias mínimas de este elemento varían en función de la edad, el sexo, el estado físico y la biodisponibilidad del hierro, y oscilan entre 10 y 50 mg/día.

- **Litio**

Supone un riesgo del nivel 1, débilmente dañino en agua. El litio no supone una gran amenaza para la fauna y la flora, ni en el continente ni en los medios acuáticos. Las plantas lo absorben fácilmente, por lo que las plantas son un indicador de las concentraciones de litio en el suelo.

El litio no es un mineral de alimentación para las plantas, pero estimula el crecimiento de las mismas, sin embargo un exceso de litio puede ser tóxico. Para prevenir la toxicidad, se añade calcio al suelo para prevenir la absorción de minerales más ligeros. La cantidad de litio en las plantas es normalmente de entre 0.2 y 30 ppm.

- **Magnesio**

El ión magnesio tiene propiedades muy similares a las del ión calcio, aunque sus sales son un poco más solubles y difíciles de precipitar. El hidróxido de magnesio es, sin embargo, menos soluble. Las aguas dulces suelen contener entre 1 y 100 ppm.

El agua de mar contiene alrededor de 1300 ppm. Su aparición en el agua potable con varios centenares de ppm provoca un sabor amargo y efectos laxantes. Contribuye a la dureza del agua y a pH alcalino, puede formar incrustaciones de hidróxido.

▪ Manganeso

El ión manganeso se comporta en la mayoría de los casos muy parecido al ión hierro, además de poder ser bivalente y trivalente positivo puede también presentarse con valencia +4 formando el MnO_2 que es insoluble. Rara vez el agua contiene más de 1 ppm y requiere un pH ácido.

La forma manganeso que es más general por aireación se oxida y precipita con un color oscuro de MnO_2 . Se determina por oxidación a permanganato y colorimetría de la solución oxidada y espectrometría de absorción atómica

▪ Molibdeno

El molibdeno se encuentra de forma natural en el suelo y se utiliza en la fabricación de aceros especiales y en la producción de tungsteno y de pigmentos; ciertos compuestos de molibdeno se utilizan como aditivos lubricantes y en la agricultura, para prevenir la carencia de molibdeno en los cultivos.

▪ Níquel

Los alimentos naturalmente contienen pequeñas cantidades de níquel. El chocolate y las grasas son conocidos por contener altas cantidades. El níquel es tomado y este aumentará cuando la gente come grandes cantidades de vegetales procedentes de suelos contaminados.

Es conocido que las plantas acumulan níquel y como resultado la toma de níquel de los vegetales será eminente. Los fumadores tienen un alto grado de exposición al níquel a través de sus pulmones. Finalmente, el níquel puede ser encontrado en detergentes.

Los humanos pueden ser expuestos al níquel al respirar el aire, beber agua, comer comida o fumar cigarrillos. El contacto de la piel con suelo contaminado por níquel o agua puede también resultar en la exposición al níquel. En pequeñas cantidades el níquel es esencial, pero cuando es tomado en muy altas cantidades este puede ser peligroso para la salud humana.

▪ Plata

La plata está presente de forma natural principalmente en forma de óxidos, muy insolubles e inmóviles, de sulfuros y de algunas sales. Se ha detectado ocasionalmente en aguas subterráneas y superficiales y en el agua de consumo en concentraciones mayores que 5 g/l. Las concentraciones en el agua de consumo tratada con plata para su desinfección pueden superar los 50 g/l. Estimaciones recientes sitúan la ingesta diaria en unos 7g por persona. Sólo se absorbe un pequeño porcentaje de plata. Las tasas de retención en personas y animales de laboratorio oscilan entre el 0 y el 10%, esto según varios estudios realizados.

▪ Plomo

Debido a la disminución del uso de aditivos con plomo en la gasolina y de soldaduras con plomo en la industria alimentaria sus concentraciones en el aire y los alimentos están disminuyendo, y es

mayor la proporción de la ingesta por el agua de consumo respecto de la ingesta total.

El plomo que se encuentra en el agua de grifo rara vez procede de la disolución de fuentes naturales, sino que proviene principalmente de instalaciones de fontanería domésticas que contienen plomo en las tuberías, las soldaduras, los accesorios o las conexiones de servicio a las casas. La cantidad de plomo que se disuelve de las instalaciones de fontanería depende de varios factores como el pH, la temperatura, la dureza del agua y el tiempo de permanencia del agua en la instalación. El plomo es más soluble en aguas blandas y ácidas.

▪ **Potasio**

El ión potasio K^+ , corresponde a sales de muy alta solubilidad y que son difíciles de precipitar. Las aguas dulces no suelen tener más de 10 ppm y el agua de mar alrededor de 400 ppm. Su determinación se hace por fotometría de llama. Se elimina por intercambio iónico y ósmosis inversa.

▪ **Selenio**

El selenio está presente en la corteza terrestre, generalmente en asociación con minerales que contienen azufre. El selenio es un oligoelemento esencial, y su principal fuente para la población general son alimentos como los cereales, la carne y el pescado. Las concentraciones presentes en los alimentos varían mucho en función de la región geográfica en la que se producen.

▪ **Silicio**

El silicio es el elemento electropositivo más abundante de la corteza terrestre. Es un metaloide con marcado lustre metálico y sumamente quebradizo. Por lo regular, es tetravalente en sus compuestos, aunque algunas veces es divalente, y es netamente electropositivo en su comportamiento químico. Además, se conocen compuestos de silicio pentacoordinados y hexacoordinados.

▪ **Sodio**

Las sales de sodio (por ejemplo, el cloruro sódico) se encuentran en casi todos los alimentos (la principal fuente de exposición diaria) y en el agua de consumo. Aunque las concentraciones de sodio en el agua potable normalmente son inferiores a 20 mg/l, en algunos países pueden superar en gran medida esta cantidad. Las concentraciones de sales de sodio en el aire son normalmente bajas con respecto a las presentes en los alimentos o el agua. Se debe señalar que algunos ablandadores del agua pueden incrementar notablemente el contenido de sodio del agua de consumo.

▪ **Talio**

El Talio es soluble en agua en parte y consecuentemente este puede esparcirse en el agua subterránea cuando los suelos contienen grandes cantidades de este. El Talio también puede esparcirse por la absorción del lodo. Hay indicadores de que el Talio es muy móvil en los suelos. El Talio también tiene efectos negativos sobre las plantas,

como el cambio de color en las hojas y la disminución del crecimiento. Mamíferos, como los conejos, son susceptibles a los efectos tóxicos del Talio como los humanos.

▪ **Titanio**

Mientras que su comportamiento químico muestra muchas semejanzas con el del silicio y el zirconio, como un elemento del primer grupo de transición, la química de la solución acuosa, especialmente de los estados de oxidación más bajos, tiene algunas semejanzas con la del cromo y el vanadio. Una exposición excesiva en los humanos puede resultar en ligeros cambios en los pulmones.

▪ **Vanadio**

Es un metal que se utilizó inicialmente en aleaciones con hierro y acero. Varios de los compuestos de vanadio se emplean en la industria química, sobre todo en la fabricación de catalizadores de oxidación, y en la industria cerámica como agentes colorantes.

El Vanadio causa la inhibición de ciertas enzimas de animales, lo cual tiene varios efectos neurológicos. Próximo a los efectos neurológicos el Vanadio puede causar desordenes respiratorios, parálisis y efectos negativos en el hígado y los riñones.

▪ **Zinc**

El Zinc es un oligoelemento esencial que se encuentra en prácticamente todos los alimentos y en el agua potable en forma de sales o complejos orgánicos. Generalmente, la principal fuente de cinc son los alimentos. Aunque las concentraciones de cinc en aguas superficiales y subterráneas no suelen sobrepasar 0,01 y 0,05 mg/l, respectivamente, en el agua de grifo puede haber concentraciones mayores como consecuencia de la disolución del cinc de las tuberías.

En 1982, el JECFA propuso una MIDTP para el cinc de 1 mg/kg de peso corporal. Las necesidades diarias de un hombre adulto son de 15 a 20 mg/día. A la luz de estudios recientes realizados en personas, se consideró que no era necesario calcular un valor de referencia en ese momento. No obstante, el agua de consumo con concentraciones de zinc mayores que 3 mg/l puede resultar inaceptable para los consumidores

7. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA ESTUDIADA

7.1 COTABAMBAS:



La Provincia de Cotabambas es una de las siete que conforman el Departamento de Apurímac, perteneciente a la Región Apurímac, Perú. La población total de la Provincia de Cotabambas es de 45771 habitantes (Censo 2007), siendo el distrito con mayor nivel poblacional Haquira y el distrito con menor nivel poblacional Cotabambas. Fuente: Censo 2007, INEI.

La población es eminentemente rural (74%), siendo los distritos con una mayor proporción de población rural Coyllurqui y Mara. Por el contrario los distritos con mayor

proporción de población urbana Haquira y Cotabambas.

Las tasas de crecimiento poblacional entre los años 1993 y 2007 es asimétrica entre distritos y diferenciada respecto del contexto urbano y rural. Se evidencia que entre 1993 y 2007 la población urbana en los distritos de Haquira y Mara se ha incrementado notablemente muy por encima del resto de distritos. Fuente: Censo 2007, INEI.

❖ Límites:

- Limita al Norte, al este y al sur con la Región Cusco.
- Limita al Oeste con las provincias de Abancay, Grau y Antabamba.

Respecto al acceso a los servicios básicos, tales como: agua potable y alcantarillado, energía eléctrica, etc.; presentan parcialidad en la distribución entre zonas urbanas y rurales.

En las partes urbanas, la mayoría de viviendas cuentan con agua potable y sistemas de alcantarillado (de manera deficiente); sin embargo al hablar de las zonas rurales ocurre lo contrario, la mayoría de las mismas no cuentan con fluido eléctrico, evidenciándose las mayores brechas de acceso en los distritos de Tambobamba y Chalhuahuacho.



7.2 CHUMBIVILCAS:



La provincia de Chumbivilcas es una de las trece provincias que conforman el departamento de Cuzco, perteneciente a la región Cuzco, en la sierra sur de Perú. Los ríos más importantes del área son el río Velille y el río Santo Tomás, ambos afluentes del río Apurímac.

La población total de la Provincia de Chumbivilcas es de 75140 habitantes (Censo 2007), siendo el distrito con mayor nivel poblacional Santo Tomás como el distrito con menor nivel poblacional.

La población es eminentemente rural (77%), siendo los distritos con una mayor proporción de población rural Colquemarka, Capacmarca y Llusco. Por el contrario el distrito con mayor proporción de población urbana es San Tomás. Fuente: Censo 2007, INEI.

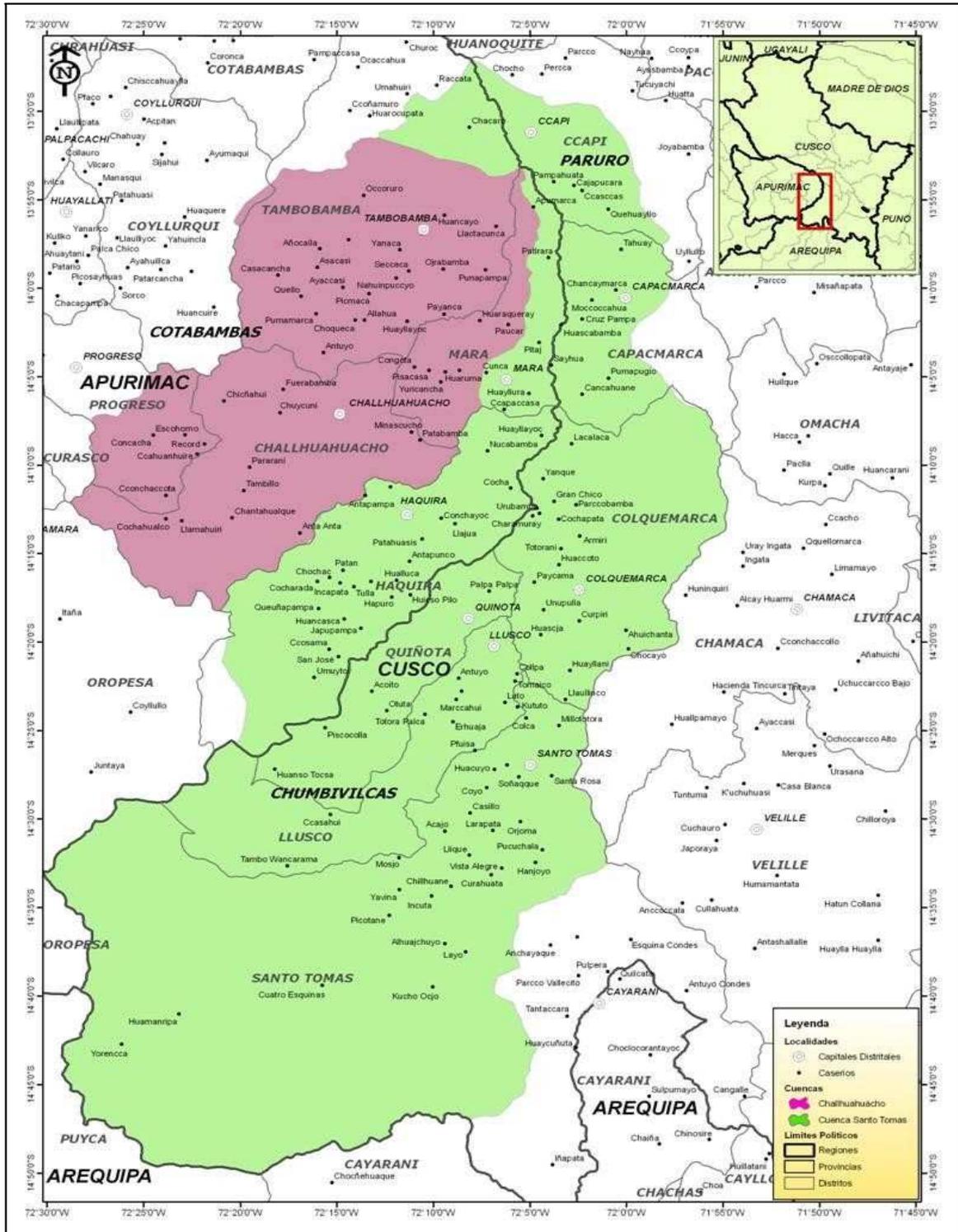
Las tasas de crecimiento poblacional entre los años 1993 y 2007 es asimétrica entre distritos y diferenciada respecto del contexto urbano y rural. Se evidencia que entre 1993 y 2007 la población urbana en la mayoría de distritos (a excepción de Capacmarca) se ha incrementado notablemente. En los distritos de Santo Tomás, Colquemarka y Capacmarca la población rural ha decrecido entre 1993 y 2007 a la par que si población urbana ha crecido (con excepción de Capacmarca) evidenciando probablemente flujos migratorios desde zonas rurales hacia zonas urbanas al interior de estos distritos. Fuente: Censo 2007, INEI.

En acceso al servicio de energía eléctrica presenta inequidades entre zonas urbanas y rurales. En las primeras en la generalidad de distritos, la mayoría de viviendas cuentan con electricidad, con la excepción del distrito de Llusco. En las segundas ocurre lo contrario, la mayoría de las mismas no cuentan con fluido eléctrico, evidenciándose las brechas de acceso a los servicios de electricidad en la mayoría de distritos. A nivel de la provincia la brecha de cobertura en zonas rurales alcanzaría al 95% de las viviendas (llegando en algunos distritos a casi el 100% de viviendas).

Límites:

- Al norte con las provincias de Paruro y de Acomayo;
- Al este, con las provincias de Canas y Espinar;
- Al sur, con la región de Arequipa; y
- Al oeste, con la región de Apurímac.

Mapa N°01:
 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: OPS

8. INVENTARIO DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN

A continuación se realiza una breve descripción de las fuentes de contaminación actuales y potenciales de cada zona según lo encontrado en campo:

8.1 En Cusco:

DISTRITO	COMUNIDAD	TIPO DE FUENTE DE AGUA	FUENTES DE CONTAMINACIÓN ACTUALES	FUENTES DE CONTAMINACIÓN POTENCIALES
Ccapacmarca	Ccochapata	Subterránea	Pastoreo	Actividades agrícolas
Colquemarca	Huisuray	Subterránea	Pastoreo	Actividades agrícolas
Llusco	Llusco A	Subterránea	Pastoreo	Actividades agrícolas
	Llusco B	Subterránea	Pastoreo	Actividades agrícolas
Quiñota	Quiñota	Subterránea	Pastoreo	Actividades agrícolas
Santo Tomas	Santo Tomás B	Subterránea	Pastoreo	Actividades agrícolas

En la Microcuenca de Santo Tomás:

DISTRITO	COMUNIDAD	TIPO DE FUENTE DE AGUA	FUENTES DE CONTAMINACIÓN ACTUALES	FUENTES DE CONTAMINACIÓN POTENCIALES
Santo Tomas	Santo Tomás A	Superficial	Pastoreo	Actividades agrícolas

8.2 En Apurímac:

DISTRITO	COMUNIDAD	TIPO DE FUENTE DE AGUA	FUENTES DE CONTAMINACIÓN ACTUALES	FUENTES DE CONTAMINACIÓN POTENCIALES
Challhuahuacho	Challhuahuacho	Manante	Pastoreo	Actividades agrícolas
Haqira	Haqira A	Manante	Pastoreo	Actividades agrícolas
	Haqira B	Manante	Pastoreo	Actividades agrícolas
Tambobamba	Tambobamba	Manante	Pastoreo	Actividades agrícolas
Mara	Mara	Manante	Pastoreo	Actividades agrícolas
	Apumarca	Manante	Pastoreo	Actividades agrícolas

En la Microcuenca de Tambobamba:

DISTRITO	COMUNIDAD	TIPO DE FUENTE DE AGUA	FUENTES DE CONTAMINACIÓN ACTUALES	FUENTES DE CONTAMINACIÓN POTENCIALES
Tambobamba	Tambobamba	Superficial	Pastoreo	Actividades agrícolas

9. TOMA DE MUESTRAS EN FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

9.1 Puntos de Monitoreo:

9.1.1 Cusco:

Las muestras fueron tomadas en Cusco, identificadas con códigos de muestreo siguientes:

**Cuadro Nº 01:
Puntos de Monitoreo**

CÓDIGO	HORA	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS
MP - QUI	12:25 p.m.	Monitoreo Puntual en la Comunidad de Quiñota (manantial)	ALT: 3702 m UTM: 807398 - 8417174
MP - LLUS - A	12:30 p.m.	Monitoreo Puntual en la Comunidad de Llusco A (manantial)	ALT: 3562 m UTM: 810680 - 8412090
MP - LLUS - B *	3:55 p.m.	Monitoreo Puntual en la Comunidad de Llusco B (*) Pertenece al 1er manantial	ALT: 3631 m UTM: 810381 - 8412445
MP - LLUS - B **	3:58 p.m.	Monitoreo Puntual en la Comunidad de Llusco B (**) Pertenece al 2do manantial	ALT: 3631 m UTM: 810377 - 8412445
MP - LLUS - B ***	4:00 p.m.	Monitoreo Puntual en la Comunidad de Llusco B (***) Pertenece al 3er manantial	ALT: 3631 m UTM: 810378 - 8412445
MP - LLUS - B ****	4:04 p.m.	Monitoreo Puntual en la Comunidad de Llusco B (****) Pertenece al Reservorio	ALT: 3559 m UTM: 811139 - 8412628
MP - RST	5:20 p.m.	Monitoreo Puntual en el Río Santo Tomas en la Comunidad de Santo Tomas	ALT: 3212 m UTM: 814050 - 8406037
MP - ST - A	7:05 a.m.	Monitoreo Puntual en la Comunidad de Santo Tomas A (manantial)	ALT: 4321 m UTM: 821189 - 8396599
MP - ST - A *****	7:16 a.m.	Monitoreo Puntual en la Comunidad de Santo Tomas A (*****) Pertenece al Reservorio	ALT: 3803 m UTM: 816427 - 8399652
MP - ST - B	8:30 a.m.	Monitoreo Puntual en la Comunidad de Santo Tomas B (manantial)	ALT: 3832 m UTM: 816505 - 8399570
MP - HUI	10:50 a.m.	Monitoreo Puntual en la Comunidad de Huisuray (manantial)	ALT: 3787 m UTM: 821710 - 8414381

9.1.2 Apurímac:

Las muestras fueron tomadas en las comunidades identificadas con los códigos de muestreo siguientes:

**Cuadro Nº 02:
Puntos de Monitoreo**

CÓDIGO	HORA	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS
AP-01: MARA	10:50 am	Monitoreo Puntual en el distrito de Mara - Reservorio.	Altura: 3791 m UTM: 812686 - 8440618
AP-02:HAQUIRA B	13:35 pm	Monitoreo Puntual en la Comunidad de Haquira - Manante Urumayo.	Altura: 3950 m UTM: 800380 - 8424926
AP-03:HAQUIRA A	15:50 pm	Monitoreo Puntual en la Comunidad de Haquira - Reservorio Corina.	Altura: 3894 m UTM: 802080 - 8427162
AP-04: CHALLHUAHUACHO	19:45 pm	Monitoreo Puntual en la Comunidad de Challhuahuacho - Manante Ichuaquere.	Altura: 4114 m UTM: 797848 - 8430973
AP-06: TAMBOBAMBA	11:05 pm	Monitoreo Puntual en el distrito de Río Tambobamba.	Altura: 3252 m UTM: 805280 - 8456414

9.2 Equipos y Materiales para el Monitoreo

9.2.1 Equipos Empleados

- o Medidor de pH y temperatura marca EUTECH INSTRUMENTS.

Especificaciones Técnicas: Medidor de pH testr 30 Eutech Instruments	
Características	Valores
Rango de pH	-1.00 a 15.00 pH
Resolución	0.01 pH
Precisión relativa	0.01 pH
Puntos de calibración	Hasta 3 puntos
Rangos de calibración estándar	USA – 4.01 / 7.00 / 10.01
Rango de temperatura	0 – 50.0 °C
Temperatura de compensación automática	Sí
Resolución de temperatura	0.1 °C
Exactitud de temperatura	0.5 °C

Soluciones Buffer de calibración para pH: 4.01, 7.01 y 10.01

- o Medidor de TDS Portátil e impermeable marca HANNA Instruments.

Especificaciones Técnicas: Medidor de TDS Portátil e impermeable marca HANNA Instruments.		
Características		Valores
Rango	CE	de 0 a 3999 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	TDS	de 0 a 2000 ppm
	Temperatura	0.0 a 60.0°C / 32.0 a 140.0°F
Resolución	CE	1 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	TDS	1 ppm
	Temperatura	0.1°C / 0.1°F
Precisión (a 20° C)	CE	$\pm 2\%$ F.R.
	TDS	$\pm 2\%$ F.R.
	Temperatura	$\pm 0.5^\circ\text{C}$ / $\pm 1^\circ\text{F}$
Factor conversión CE/TDS		Regulable de 0.45 a 1.00
Calibración CE/TDS		Automática en 1 punto
Compensación temperatura		Automática, con β regulable de 0.0 a 2.4% / °C
Tipo de pilas / duración		4 x 1.5V con BEPS / aprox. 100 horas de uso continuo, auto-desconexión después de 8 minutos de inactividad



Condiciones de trabajo	De 0 a 50°C; H.R. máx. 100%
Dimensiones	163 x 40 x 26 mm
Peso	100 g.

- Medidor de Oxígeno Disuelto Portátil e impermeable con Microprocesador marca HANNA Instruments.

Especificaciones Técnicas: Medidor de Oxígeno Disuelto HANNA Instruments.	
Características	Valores
Modelo	HI 9146
Intervalo	0.00 a 45.00 mg/L O ₂ 0.0 a 300 % O ₂ 0.0 a 50.0 °C
Resolución	0.01 mg/L O ₂ 0.1 % O ₂ 0.1 °C
Exactitud	+/- 1.5% de Escala completa (mg/L O ₂) +/- 1.5 % de Escala completa (% O ₂) +/- 0.5 °C
Desviación Típica	EMC +/- 0.3 mg/L O ₂ / +/- 3.5 % O ₂ +/- 0.5 °C
Calibración	Automática en aire saturado
Compensación temperatura	de Automática de 0 a 50 °C (32 a 122 °C)
Compensación altitud	de 0 a 4 km Resolución 0.1 km
Compensación Salinidad	de 0 a 80 g/L Resolución de 1 g/L
Condiciones funcionamiento	de 0 a 50 °C (32 a 122 °F) Humedad 100%
Alimentación	4x1.5 v AA pilas; 200 horas de uso continuo; auto desconexión tras 4 horas Alimentación para 12 Vcc
Dimensiones	196 x 80 x 60 mm
Peso	Medidor: 425 g Kit: 1.4 Kg

Solución de almacenaje de Membrana.

9.2.2 Materiales

- Guantes.
- Frascos de plástico y vidrio rotulados, de diferentes tamaños, según el parámetro que se va a analizar.
- Cono Imhoff para medición de sólidos sedimentables.
- Tapas y contratapas.
- Reactivos y preservantes.
- Agua destilada.
- Papel tissue.

- Cooler.
- Cadena de custodia.
- Libreta de campo y lapicero.



10. PARÁMETROS Y MÉTODOS DE ANÁLISIS

10.1 Metodología para el Muestreo

- a) Identificar el lugar de muestreo y preparar los equipos e implementos necesarios.

**Cuadro N°03:
Estaciones de Monitoreo – Cusco**

Estación	
MP – QUI	: QUIÑOTA
MP – LLUS – A:	LLUSCO A
MP – LLUS – B:	LLUSCO B
MP – RST	: RÍO SANTO TOMAS
MP – ST – A	: SANTO TOMAS A
MP – ST – B	: SANTO TOMAS B
MP – HUI	: HUISURAY

**Cuadro N°04:
Estaciones de Monitoreo – Apurímac**

Estación
AP-01: MARA
AP-02: HAQUIRA B
AP-03: HAQUIRA A
AP-04: CHALLHUAHUACHO

AP-06: TAMBOBAMBA

- b) Colocarse los implementos de monitoreo: mandil y guantes.
c) Medir los parámetros fisicoquímicos de campo como temperatura, pH, sólidos disueltos totales, oxígeno disuelto, conductividad y turbidez con los respectivos equipos; y proceder a anotar los resultados.

Cuadro Nº 05:
Parámetros muestreados en campo

En campo	pH
	Temperatura
	TDS
	Oxígeno Disuelto
	Conductividad
	Turbidez

- d) Recolectar las muestras requeridas y proceder a llenar los frascos, según el parámetro que se analizará, agregando los preservantes necesarios y cerrar con contratapas y tapas.

Cuadro Nº 06:
Parámetros para el análisis en el laboratorio

En Laboratorio	Dureza Total
	Cloruros
	Fluoruros
	Sulfatos
	Nitratos
	Fosfatos
	Cianuro Total
	Mercurio
	Sólidos Suspendidos Totales
	Metales X ICP
	Coliformes Totales
	Coliformes Fecales

Para el caso de tratarse de fuente superficial, se deberán tomar en cuenta los siguientes parámetros:

En Laboratorio	DBO
	DQO

Cuadro 07:
Volumen requerido para la realización de los parámetros muestreados

Parámetros	Tipo de frasco	Volumen
Dureza Total, Cloruros y Sulfatos	P	1 L
Fluoruros, Nitratos y Fosfatos	P	1 l
Cianuro Total	P	1 L
Coliformes Termotolerantes y Coliformes Fecales	V	500 MI
Metales X ICP	P	1 L



Mercurio	P	1 L
TSS	P	1 L
Pesticidas Organofosforados y Organoclorados	V	1 L

Para el caso de tratarse de fuente superficial, se deberán tomar en cuenta los siguientes parámetros:

Parámetros	Tipo de frasco	Volumen
Demanda Bioquímica de Oxígeno - DBO	P	1 L
Demanda Química de Oxígeno - DQO	P	250 mL

P: Plástico,

V: Vidrio

e) Completar el rotulado de cada frasco indicando:

- Código de muestra
- Tipo de muestra
- Fecha y hora
- Preservación realizada

f) Almacenar los frascos en el cooler con refrigerante para su traslado al laboratorio.

g) Llenar la cadena de custodia, con la que se ingresarán las muestras al laboratorio.

h) Finalmente, trasladar las muestras al laboratorio para su análisis.

10.2 Metodología de Análisis

**Cuadro 08:
Metodología de Análisis**

PARÁMETROS	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS
Demanda Bioquímica de Oxígeno - DBO	APHA 5210-B, 21 th Edition 2005. 5 Day BOD Test.
Demanda Bioquímica de Oxígeno - DQO	APHA 5220 D, 21 th Edition 2005, Closed Reflux, Colorimetric Method.
Dureza Total	APHA 2340 C, 21 th Edition 2005, EDTA Titrimetric Method.
Cloruros	APHA 4500-Cl ⁻ B, Argentometric Method.
Fluoruros	4500 F ⁻ D, 21 th Edition 2005, SPADNS Method.
Sulfatos	APHA 4500-SO ₄ ²⁻ E, 21 th Edition 2005, Turbidimetric Method.
Nitratos	Libro Rodier, Método del Salicilato de Sodio.
Fosfatos	APHA 4500-P E, 21 th Edition 2005, Ascorbic Acid Method.
Cianuro Total	APHA 4500-CN ⁻ C, E. Edition 2005 C Total Cyanide after Distillation E Colorimetric Method.

Mercurio	APHA 3112B, 21th Edition 2005, Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry
Sólidos Suspendidos Totales	APHA 2540 D, 21 th Edition 2005, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.
Metales X ICP	EPA Method 2007, Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
Coliformes Fecales (Termotolerantes)	APHA 9222 B, 21 th Edition 2005, Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure.
Coliformes Totales	APHA 9222 D, 21 th Edition 2005, Fecal Coliform Membrane Filter Procedure.

11. RESULTADOS DEL MONITOREO

11.1 Parámetros de Campo

11.1.1 Cusco:

a) Comunidad de QUIÑOTA



- ✓ Toma de muestra : Fuente de agua – Manante.
- ✓ Fecha de muestreo : 16-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 12:25 p.m.
- ✓ Tipo de muestreo : Puntual

PARÁMETROS	SÍMBOLO	RESULTADOS
pH	--	5.23
Temperatura	°C	19.25
Turbidez	NTU	1.49
Conductividad	μS	10
TDS	ppm	5
Oxígeno	ppm	5.38
% de saturación	%	74.0

- ✓ Toma de muestra : Reservorio
- ✓ Fecha de muestreo : 16-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 12:25 p.m.

✓ Tipo de muestreo : Puntual

PARÁMETROS	SÍMBOLO	RESULTADOS
pH	--	5.70
Temperatura	°C	20.7
Turbidez	NTU	1.59
Conductividad	μS	12
TDS	ppm	7
Cloro	mg/L	0.10

- La Comunidad de Quiñota se encuentra a 5 horas en camioneta desde Cusco; el Reservorio está ubicado a unos 20 metros de la fuente.
- Las personas de la comunidad entrevistadas, manifestaron sentir una debilidad en las organizaciones para garantizar la operación y mantenimiento de las fuentes de agua.
- Alrededor del perímetro de la fuente de captación se desarrolla, por parte de la población, actividades de pastoreo vacuno.
- El reservorio de esta captación posee un sistema de cloración, el cloro sale con el agua de rebose.

b) Comunidad de LLUSCO A



- ✓ Toma de muestra : Fuente de agua N° 01- Manante.
- ✓ Fecha de muestreo : 16-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 12:30 p.m.
- ✓ Tipo de muestreo : Puntual

PARÁMETROS	SÍMBOLO	RESULTADOS
pH	--	7.55
Temperatura	°C	20.7
Turbidez	NTU	0.89
Conductividad	μS	389
TDS	ppm	189
Oxígeno	ppm	4.42
% de saturación	%	52.4



- ✓ Toma de muestra : Fuente de agua N° 02
- ✓ Fecha de muestreo : 16-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 12:36 p.m.
- ✓ Tipo de muestreo : Puntual

PARÁMETROS	SÍMBOLO	RESULTADOS
pH	--	7.65
Temperatura	°C	18.6
Turbidez	NTU	0.85
Conductividad	μS	408
TDS	ppm	207
Oxígeno	ppm	4.91
% de saturación	%	55.0

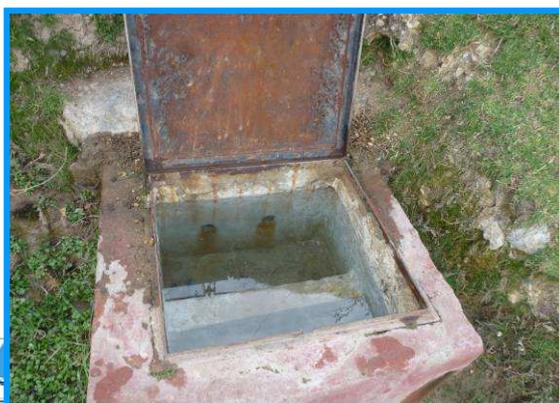


- ✓ Toma de muestra : fuente de agua N° 03
- ✓ Fecha de muestreo : 16-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 12:40 p.m.
- ✓ Tipo de muestreo : puntual

PARÁMETROS	SÍMBOLO	RESULTADOS
pH	--	7.70
Temperatura	°C	18.5
Turbidez	NTU	0.62
Conductividad	μS	369
TDS	ppm	181
Oxígeno	ppm	4.68
% de saturación	%	52.0

- La comunidad de Llusco A se encuentra a 30 minutos en camioneta desde la Comunidad de Quiñota
- Actualmente existe 3 fuentes de captación.
- Cuenta con dos reservorios una que es de 250 m³ y otra de 15 m³.

c) Comunidad de LLUSCO B





- ✓ Toma de muestra : Fuente de agua
- ✓ Fecha de muestreo : 16-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 3:55 p.m.
- ✓ Tipo de muestreo : puntual

PARÁMETROS	SÍMBOLO	RESULTADOS
pH	--	7.83
Temperatura	°C	20.15
Turbidez	NTU	0.66
Conductividad	μS	308
TDS	ppm	154
Oxígeno	ppm	4.40
% de saturación	%	49.6



- ✓ Toma de muestra : Reservorio
- ✓ Fecha de muestreo : 16-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 12:46 p.m.
- ✓ Tipo de muestreo : puntual

PARÁMETROS	SÍMBOLO	RESULTADOS
pH	--	7.76
Temperatura	°C	14.7
Turbidez	NTU	1.10
Conductividad	μS	401
TDS	ppm	200
Cloro	mg/L	0.36

- La comunidad de Llusco B se encuentra a 20 minutos en camioneta desde la Comunidad de Llusco A.
- Actualmente existe 3 fuentes de captación de agua.
- Las captaciones de agua son de concreto, cuyo diseño no es el adecuado; no poseen cercos perimétricos.
- Las personas de la comunidad con quienes se dialogó, manifestaron sentir una debilidad en las organizaciones para garantizar la operación y mantenimiento de las fuentes de agua.
- No existe un mantenimiento periódico de los sistemas de agua.

d) Comunidad de SANTO TOMAS A



- ✓ Toma de muestra : fuente de agua
- ✓ Fecha de muestreo : 17-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 07:05 a.m.
- ✓ Tipo de muestreo : puntual

PARÁMETROS	SÍMBOLO	RESULTADOS
pH	--	8.12
Temperatura	°C	13.2
Turbidez	NTU	0.68
Conductividad	μS	87
TDS	ppm	45
Oxígeno	ppm	42.2
% de saturación	%	40



- ✓ Toma de muestra : Reservorio
- ✓ Fecha de muestreo : 17-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 07:12 a.m.
- ✓ Tipo de muestreo : Puntual

PARÁMETROS	SÍMBOLO	RESULTADOS
pH	--	8.76
Temperatura	°C	15
Turbidez	NTU	6.45
Conductividad	μS	102
TDS	ppm	51
Oxígeno	ppm	5
% de saturación	%	53.5
Cloro	mg/L	2.2

- La comunidad de Santo Tomas A se encuentra a 2 horas en camioneta desde la Comunidad de Llusco.
- La planta de tratamiento y el reservorio de agua se encuentra a 1 km de la fuente de captación.
- La bocatoma es del tipo de fondo. No posee cerco perimétrico.
- Cerca al perímetro de la bocatoma se desarrollan actividades de pastoreo vacuno.
- Una de las principales fuentes de contaminación son las actividades de ganadería y agricultura por el uso de plaguicidas.
- La fuente de captación tiene un inadecuado sistema de infraestructura.
- Uno de los principales problemas disminución de las fuentes de agua, está referido al cambio climático.

e) Comunidad de SANTOTOMAS B



- ✓ Toma de muestra : Fuente de agua
- ✓ Fecha de muestreo : 17-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 08:30 a.m.
- ✓ Tipo de muestreo : Puntual

Parámetros	Símbolo	Resultados
pH	--	8.02
Temperatura	°C	13.93
Turbidez	NTU	3.69
Conductividad	μS	64
TDS	ppm	32
Oxígeno	ppm	4.14
% de saturación	%	43
Cloro libre	mg/L	2.4

- La comunidad de Santo Tomas B se encuentra a 1 hora y media en camioneta desde la Comunidad de Santo Tomas.
- La Planta existente es de filtración lenta, donde el agua se acumula en un sedimentador y posteriormente pasa a otro sedimentador y se evacua al reservorio. Se observa que la Planta tiene una caja de concreto, no tiene muro de contención; con falta de operación y mantenimiento; los filtros son inadecuados. Las estructuras están deterioradas y no cuenta con un adecuado cerco perimétrico; es vulnerable a cualquier tipo de fenómenos naturales.
- La fuente de captación de agua es de estructura de concreto armado, se observa que las compuertas metálicas están en mal estado, existe pérdida de agua por rebosamiento. La ubicación de la fuente es poco accesible, el área es vulnerable a fenómenos naturales.

f) Microcuenca de SANTO TOMAS

- ✓ Lugar de muestreo : Agua Superficial – Río.
- ✓ Fecha de muestreo : 16-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 05:20 a.m.
- ✓ Tipo de muestreo : puntual

- Se pudo observar que aguas abajo no se desarrolla actividades de agricultura por parte de la población. Al río se acercan animales a beber agua.

g) Comunidad de HUISURAY

- ✓ Toma de muestra : fuente de agua
- ✓ Fecha de muestreo : 17-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 10:50 a.m.
- ✓ Tipo de muestreo : puntual

PARÁMETROS	SÍMBOLO	RESULTADOS
pH	--	7.27
Temperatura	°C	18.9
Turbidez	NTU	0.65
Conductividad	μS	0
TDS	ppm	128
Oxígeno	ppm	3.6
% de saturación	%	42.1
Cloro libre	mg/L	0.14

- La comunidad de Huisuray se encuentra a 2 horas en camioneta desde la Comunidad de Santo Tomas.
- La fuente de captación esta a 10 minutos de la comunidad, no cuenta con un adecuado cerco perimétrico.
- Alrededor del perímetro de la fuente de captación, se desarrolla actividades de pastoreo vacuno.
- Falta de mantenimiento y operación del sistema.
- Las personas de la comunidad con quienes se dialogó, manifestaron sentir una debilidad en las organizaciones para garantizar la operación y mantenimiento de las fuentes de agua.

11.1.2 Apurímac:

a) Comunidad de Mara



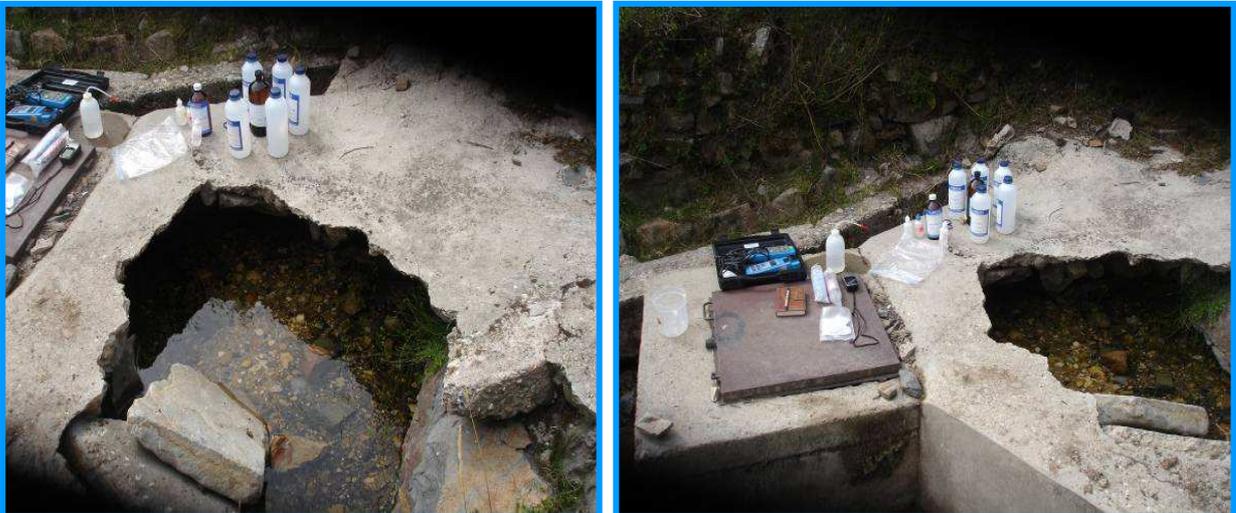
- ✓ Toma de muestra : Reservorio
- ✓ Fecha de muestreo : 16-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 10:50 a.m.
- ✓ Tipo de muestreo : Puntual

PARÁMETROS	SÍMBOLO	RESULTADOS
pH	--	8.29
Temperatura	°C	16.2
Turbidez	NTU	2.69
Conductividad	μS	188
TDS	ppm	107
Oxígeno	ppm	--
% de saturación	%	--

En el momento de la toma de la muestra no se encontraban clorando el agua para consumo.

- La Comunidad de Mara se encuentra a 5 horas en camioneta desde Cusco, el Reservorio está ubicado en el Barrio San Miguel.
- Las personas de la comunidad entrevistadas manifestaron tener altos índices de enfermedades gastrointestinales. Manifiestan a su vez, su disconformidad con la actual gestión de las organizaciones encargadas de la operación y mantenimiento de las fuentes de agua. Alrededor del perímetro del reservorio se desarrollan actividades de pastoreo por parte de la población. El manante se encuentra sin ninguna protección, esto según lo manifestado por las personas entrevistadas.
- El reservorio de esta captación posee un sistema de cloración, el cual en el momento de la toma de muestra no se encontraba en operación.

b) Comunidad de Haquira B:



- ✓ Toma de muestra : Fuente de agua - Manante
- ✓ Fecha de muestreo : 16-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 13:35 p.m.
- ✓ Tipo de muestreo : Puntual

PARÁMETROS	SÍMBOLO	RESULTADOS
pH	--	8.63
Temperatura	°C	12.61
Turbidez	NTU	2.43
Conductividad	μS	10
TDS	ppm	3
Oxígeno	ppm	3.81
% de saturación	%	45.6

- La fuente de agua que abastece al sector de Haqira B, se encuentra a 20 min. en camioneta desde el centro de Haqira.
- Las personas de la comunidad entrevistadas manifestaron tener altos índices de enfermedades gastrointestinales. Alrededor del perímetro de la fuente de agua se desarrollan actividades de pastoreo.
- La fuente de agua no se encuentra cercado ni está provisto por algún tipo de seguridad que garantice su adecuada calidad, esto según lo observado al momento de la toma de muestras.
- El reservorio de esta captación no posee un sistema de cloración, se encuentra ubicado en el sector Tupus su capacidad es de 15 m³.

c) Comunidad de Haqira A:



- ✓ Toma de muestra : Reservorio
- ✓ Fecha de muestreo : 16-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 15:50 p.m.
- ✓ Tipo de muestreo : Puntual

PARÁMETROS	SÍMBOLO	RESULTADOS
pH	--	7.94
Temperatura	°C	15.0
Turbidez	NTU	2.83
Conductividad	μS	6
TDS	ppm	2
Oxígeno	ppm	--
% de saturación	%	--

- El reservorio donde se tomó la muestra se encuentra ubicado a 10 min en camioneta, está ubicado en el Sector Puquiales, este es de concreto armado.
- El reservorio tienen una capacidad de 120 m³, no posee un sistema de cloración.
- Manifiestan a su vez, su disconformidad con el abastecimiento.
- De acuerdo a la entrevista realizada, se tiene conocimiento que la fuente de agua que abastece al sector de Haquira A, se encuentra ubicada a 2 horas de camioneta y 1 hora de caminata; la cual no se encuentra cercado ni está provisto por algún tipo de seguridad que garantice su adecuada calidad, por lo que manifiestan tener altos índices de enfermedades gastrointestinales.
- Alrededor del perímetro de la fuente de agua - manante se desarrollan actividades de pastoreo por parte de la población.

d) Comunidad de Challhuahuacho:



- ✓ Toma de muestra : Reservorio
- ✓ Fecha de muestreo : 16-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 19:45 p.m.
- ✓ Tipo de muestreo : Puntual

PARÁMETROS	SÍMBOLO	RESULTADOS
pH	--	7.89
Temperatura	°C	13.2
Turbidez	NTU	2.83
Conductividad	μS	8
TDS	ppm	3
Oxígeno	ppm	3.64
% de saturación	%	43.1

- La fuente de agua que abastece al distrito de Challhuahuacho se encuentra a 1 hora en camioneta desde el centro de Challhuahuacho.
- No se clora en la captación, solo hay una estructura de concreto que se encuentra cercada con una reja metálica. Se encuentra ubicada en el interior de la Reserva de Vicuñas, los animales no tienen acceso a la captación.
- Las personas de la comunidad entrevistadas manifestaron tener enfermedades gastrointestinales.
- El reservorio de esta captación no se encontraba funcionando en el momento de la inspección.

e) Comunidad de Tambobamba:



- ✓ Toma de muestra : Reservorio
- ✓ Fecha de muestreo : 16-11-2011
- ✓ Hora de muestreo : 19:45 p.m.
- ✓ Tipo de muestreo : Puntual

PARÁMETROS	SÍMBOLO	RESULTADOS
pH	--	9.54
Temperatura	°C	19.1
Turbidez	NTU	8.84
Conductividad	μS	222
TDS	ppm	110
Oxígeno	ppm	4.18
% de saturación	%	49.7

- Se pudo observar que aguas abajo no se desarrolla actividades de agricultura, además de utilizar el agua para la fabricación de adobe, así como la mala disposición de los residuos sólidos esto por parte de la población. Al río se descargan las aguas residuales de la población.

12. RESULTADOS**12.1 Resultados - Cusco**

PARÁMETROS	SÍMBOLO	UNIDAD	QUIÑOTA	LLUSCO A	LLUSCO B	SANTO TOMAS A	SANTO TOMAS B	RÍO SANTO TOMAS	HUISURAY	OMS	Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010- S.A.
Potencial hidrógeno	pH	--	5.23	7.55	7.83	8.12	8.02	8.46	7.27	6.5-8.5	6.5 a 8.5
Conductividad eléctrica	CE	uS	10	389	308	87	64	277	0	--	1500
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L						<2.0			
Demanda Química de oxígeno	DQO	mg/L						<4			
Temperatura	T°	°C	19.25	20.7	20.15	13.2	13.93	18.24		--	--
Turbiedad	-	UNT	1.49	0.89	0.66	0.68	3.69	14.47	0.65	5	5
Sólidos disueltos totales	SDT	ppm	5	189	154	45	32	140	128	--	1000
Oxígeno	--	ppm	5.38	4.42	4.40	42.2	4.14	4.43	3.6	--	-
% de Saturación	--	%	74.0	52.4	49.6	40	43	51.0	42.1	--	-
Cloro libre	--	mg/L	0.10		0.36	2.2	2.4		0.14	>0.5	5
Cloruros	Cl-	mg/L	<3	10	12	<3	<3	22	6	250	250
Cianuro Total	CN	mg/L	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	-	0.070
Nitratos	N-NO ₃	mg/L	1.57	5.51	5.01	1.94	2.28	2.18	3.25	50	50.00
Sulfatos	--	mg/L	5.8	41.0	4.1	1.4	3.9	0.6	5.5	--	250
Fosfatos	--	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	--	-
Fluoruros	--	mg/L	<0.01	0.20	0.06	<0.01	0.04	0.23	0.11	--	1.000
Mercurio	--	ug/L	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	--	0.001
Coliformes Fecales	--	NMP/100ml	10	<1	10	<1	15	24	<1	0	0
Coliformes Totales	--	NMP/100ml	30	2	53	4	38	280	<1	0	0
Dureza total	--	mg/L	22.1	239.5	199.2	44.3	30.2	66.4	106.7		500
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	<4	<4	<4	<4	<4	18	<4	--	

Metales por ICP:											
Aluminio	Al	mg/L	<0.03	0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.03	<0.03	0.2	0.2
Antimonio	Sb	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.020
Arsénico	As	mg/L	<0.003	<0.003	0.003	<0.003	<0.03	0.008	<0.003	0.01	0.010
Bario	Ba	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.7	0.700
Berilio	Be	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-	-
Bismuto	Bi	mg/L	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	-	-
Boro	B	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.5	1.500
Cadmio	Cd	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0,003	0.003
Calcio	Ca	mg/L	0.88	73.29	70.75	6.37	5.98	13.42	35.37	-	-
Cerio	Ce	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
Cobalto	Co	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-	-
Cobre	Cu	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.01	<0.01	2	2.0
Cromo	Cr	mg/L	0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.005	<0.005	0.05	0.050
Estaño	Sn	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	-
Estroncio	Sr	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-	-
Fósforo	P	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	-	-
Hierro	Fe	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	0.05	0.56	<0.01	0,3	0.3
Litio	Li	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-	-
Magnesio	Mg	mg/L	0.56	6.41	3.28	1.69	1.58	3.28	3.83	-	-
Manganeso	Mn	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	0.003	<0.003	0.016	0.003	0,4	0.4
Molibdeno	Mo	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.07	-
Níquel	Ni	mg/L	<0.002	0.002	<0.002	0.002	<0.002	<0.002	0.002	0.02	0.020
Plata	Ag	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-	-
Plomo	Pb	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,10	0.010
Potasio	K	mg/L	0.42	0.48	0.5	<0.37	0.64	3.54	2.13	-	-
Selenio	Se	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.01	0.010
Silicio (SiO2)	Si	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-	-
Sodio	Na	mg/L	0.64	0.82	1.3	4.75	4.29	23.5	7.63	200	200
Talio	Tl	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
Titanio	Ti	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-
Vanadio	V	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-	-
Zinc	Zn	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	3	3.0

a) Análisis de Pesticidas: Cusco.

Análisis	Unidad	Límite de Detención	MP - QUI	MP – LLUS - A	MP – LLUS - B	MP - RST	MP – ST - A	MP – ST - B	MP - QUI
alfa – BHC	µg/L	1.0	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Beta – BHC	µg/L	0.5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Gamma – BHC (lindano)	µg/L	0.2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Delta – BHC	µg/L	0.3	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Heptaclor	µg/L	0.5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Heptaclor Expoxide	µg/L	1.0	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Aldrin	µg/L	0.2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Chlordane	µg/L	0.5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Endosulfan I	µg/L	0.4	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Endosulfan II	µg/L	0.9	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Endosulfan Sulfate	µg/L	0.4	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
4-4´DDD	µg/L	0.6	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
4-4´DDE	µg/L	0.7	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
4-4´DDT	µg/L	0.5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Dieldrin	µg/L	0.5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Endrin	µg/L	0.5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Endrin Aldehyde	µg/L	1.1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Endrin Ketone	µg/L	0.5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Methoxychlor	µg/L	0.7	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Parathion	µg/L	2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Malathion	µg/L	1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Methyl parathion	µg/L	2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Thionazin	µg/L	1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Sulfotep	µg/L	3	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Phorate	µg/L	1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Dimethoate	µg/L	2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Disulfoton	µg/L	3	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Famphur (Famophos)	µg/L	1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
o,o,o– triethylphosphotioate	µg/L	1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
EPN	µg/L	1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

N.D: No Detectable al Nivel de Cuantificación Indicado

12.2 Resultados - Apurímac

PARÁMETROS	SÍMBOLO	UNIDAD	MARA	HUAQUIRA A	HUAQUIRA B	CHALLHUAHUACHO	TAMBOBAMBA	OMS	Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. Nº 031-2010-S.A.
Potencial hidrógeno	pH	-	8.29	8.63	7.94	7.89	9.54	6.5-8.5	6.5 a 8.5
Conductividad eléctrica	CE	uS	188	10	6	8	222	-	1500
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L					<2		
Demanda Química de oxígeno	DQO	mg/L					<4		
Temperatura	T°	°C	16.2	12.61	15.0	13.2	19.1	-	--
Turbiedad	-	UNT	2.69	2.43	2.83	2.66	8.84	5	5
Oxígeno Disuelto	-	mg/L	--	--	3.81	3.64	4.18	--	--
% de Saturación	--	--	--	--	45.6	43.1	49.7	--	--
Sólidos disueltos totales	TDS	ppm	107	3	2	3	110	-	1000
Cloro libre	-	mg/L		0.37			0.22	>0.5	5
Cloruros	Cl-	mg/L	3	<3	<3	<3	<3	250	250
Cianuro Total	CN	mg/L	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	--	--
Nitratos	N-NO ₃	mg/L	1.84	1.5	0.8	2.5	3.81	50	50.00
Sulfatos		mg/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	5.8	--	--
Fosfatos		mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	--	--
Fluoruros		mg/L	0.1	0.16	<0.1	0.47	0.68	--	--
Mercurio		ug/L					<1	--	--
Coliformes Fecales	-	NMP/100 ml	<1	5	<1	<1	7.8	0	0
Coliformes Totales	-	NMP/100 ml	<1	10	<1	<1	280	0	0
Dureza total		mg/L	11.6	12.1	18.1	6	126.8		500
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	<4	<4	<4	<4	19	--	--

Metales x ICP									
Aluminio	Al	mg/L	0.03	<0.03	0.03	<0.03	0.03	0.2	0.2
Antimonio	Sb	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.020
Arsénico	As	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.01	0.010
Bario	Ba	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.7	0.700
Berilio	Be	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-	-
Bismuto	Bi	mg/L	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	-	-
Boro	B	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.5	1.500
Cadmio	Cd	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0,003	0.003
Calcio	Ca	mg/L	39.49	1,05	3.86	2.76	83.52	-	-
Cerio	Ce	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
Cobalto	Co	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-	-
Cobre	Cu	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	2	2.0
Cromo	Cr	mg/L	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.05	0.050
Estaño	Sn	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	-
Estroncio	Sr	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-	-
Fósforo	P	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	-	-
Hierro	Fe	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.68	0,3	0.3
Litio	Li	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-	-
Magnesio	Mg	mg/L	1.52	0.32	0.64	0.34	4.71	-	-
Manganeso	Mn	mg/L	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0,4	0.4
Molibdeno	Mo	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.07	-
Níquel	Ni	mg/L	<0.002	0.002	<0.002	<0.002	0.002	0.02	0.020
Plata	Ag	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-	-
Plomo	Pb	mg/L	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	0,10	0.010
Potasio	K	mg/L	0.34	0.52	0.64	0.4	1.16	-	-
Selenio	Se	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.01	0.010
Silicio (SiO ₂)	Si	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-	-
Sodio	Na	mg/L	2.85	0.65	1.58	0.52	3.45	200	200
Talio	Tl	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
Titanio	Ti	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-
Vanadio	V	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-	-
Zinc	Zn	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	3	3.0

a) Análisis de Pesticidas: Apurímac

Análisis	Unidad	Límite de Detención	AP-01: Mara	AP-02: Haquira B	AP-03: Haquira A	AP-04: Challhuahuacho	AP-06: Río Tambobamba
alfa – BHC	µg/L	1.0	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Beta – BHC	µg/L	0.5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Gamma – BHC (lindano)	µg/L	0.2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Delta – BHC	µg/L	0.3	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Heptaclor	µg/L	0.5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Heptaclor Expoxide	µg/L	1.0	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Aldrin	µg/L	0.2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Chlordane	µg/L	0.5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Endosulfan I	µg/L	0.4	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Endosulfan II	µg/L	0.9	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Endosulfan Sulfate	µg/L	0.4	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
4-4´DDD	µg/L	0.6	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
4-4´DDE	µg/L	0.7	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
4-4´DDT	µg/L	0.5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Dieldrin	µg/L	0.5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Endrin	µg/L	0.5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Endrin Aldehyde	µg/L	1.1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Endrin Ketone	µg/L	0.5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Methoxychlor	µg/L	0.7	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Parathion	µg/L	2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Malathion	µg/L	1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Methyl parathion	µg/L	2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Thionazin	µg/L	1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Sulfotep	µg/L	3	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Phorate	µg/L	1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Dimethoate	µg/L	2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Disulfoton	µg/L	3	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Famphur (Famophos)	µg/L	1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
o,o,o–triethylphosphotioate	µg/L	1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
EPN	µg/L	1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

N.D: No Detectable al Nivel de Cuantificación Indicado

13. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

a) pH

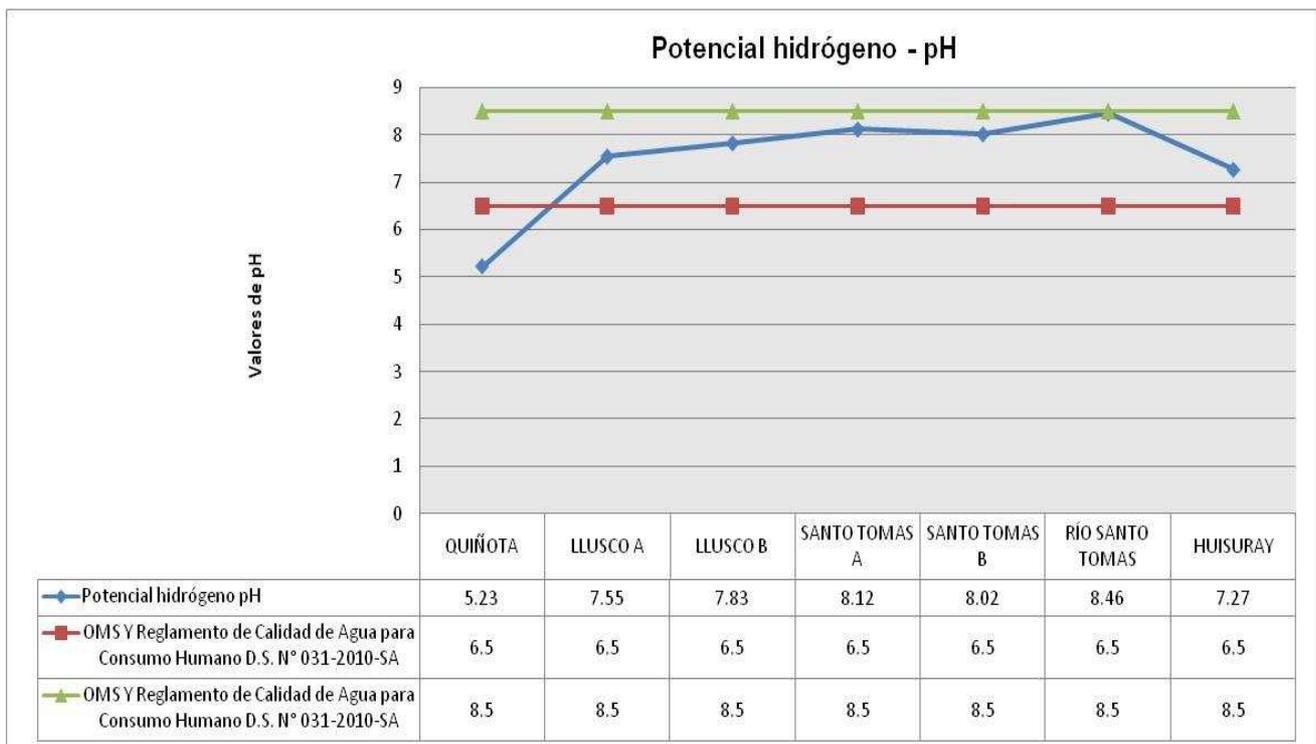
El término pH es usado universalmente para determinar si una solución es ácida o básica. El pH óptimo de las aguas debe estar entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina. Las aguas de pH menor de 6,5 son corrosivas debido al anhídrido carbónico, ácidos o sales ácidas que tienen en disolución.

CUSCO:

En los puntos tomados, la determinación "in situ" del pH, los resultados que se obtuvieron de las muestras se encuentran dentro de los límites permisibles considerados aptos para consumo de acuerdo a lo establecido por el Reglamento para Agua de Consumo Humano Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-S.A y la OMS; en la Comunidad de Quiñota el resultado que se obtuvo (pH 5.23) nos indica que el agua es corrosivo.

Grafico N°01:

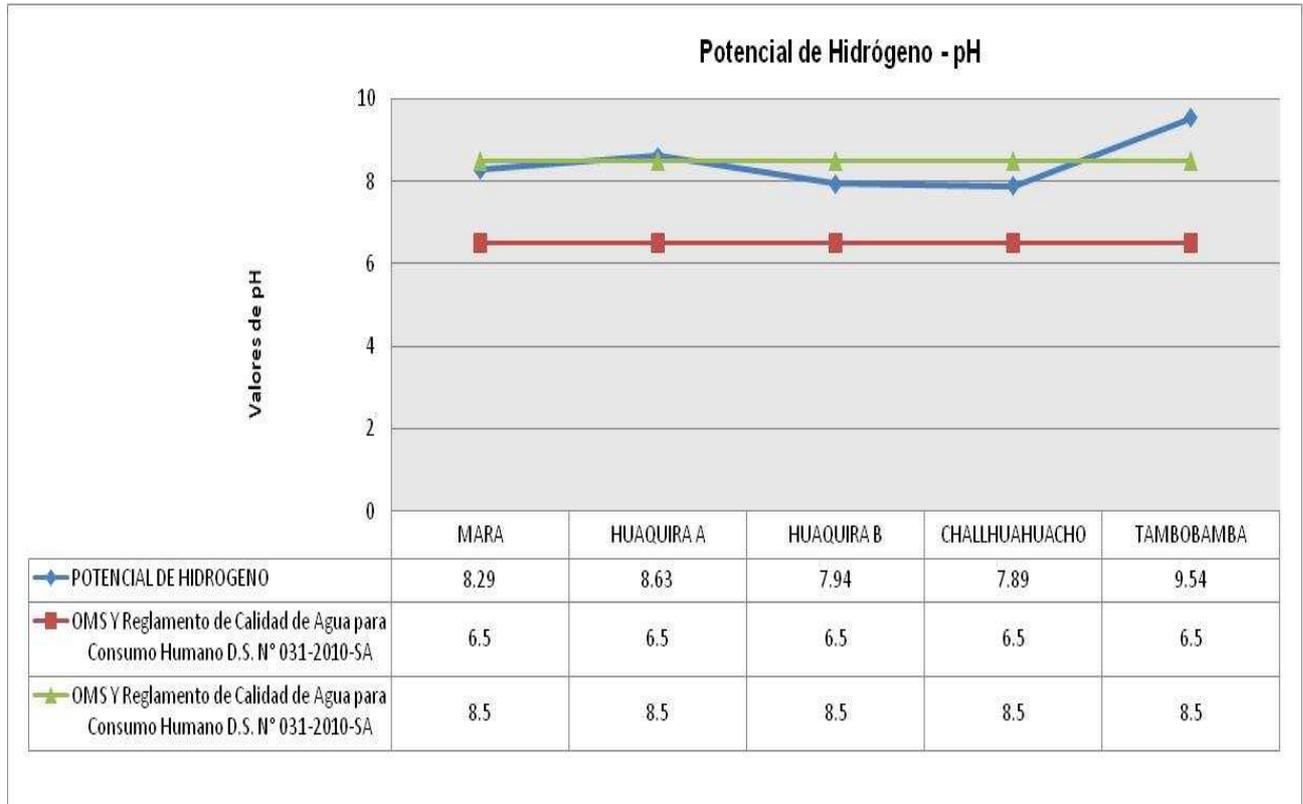
Comparación de los valores de pH en las muestras tomadas – Cusco



APURÍMAC:

En los puntos tomados, la determinación "in situ" del pH, los resultados que se obtuvieron de las muestras se encuentran dentro de los límites permisibles considerados aptos para consumo de acuerdo a lo establecido por el Reglamento para Agua de Consumo Humano Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-S.A y la OMS; en las comunidades de Huaqira A y en la muestra tomada del Río Tambobamba, se estaría excediendo este parámetro.

Gráfico N°02:
Comparación de los valores de pH en las muestras tomadas – Apurímac



b) CONDUCTIVIDAD

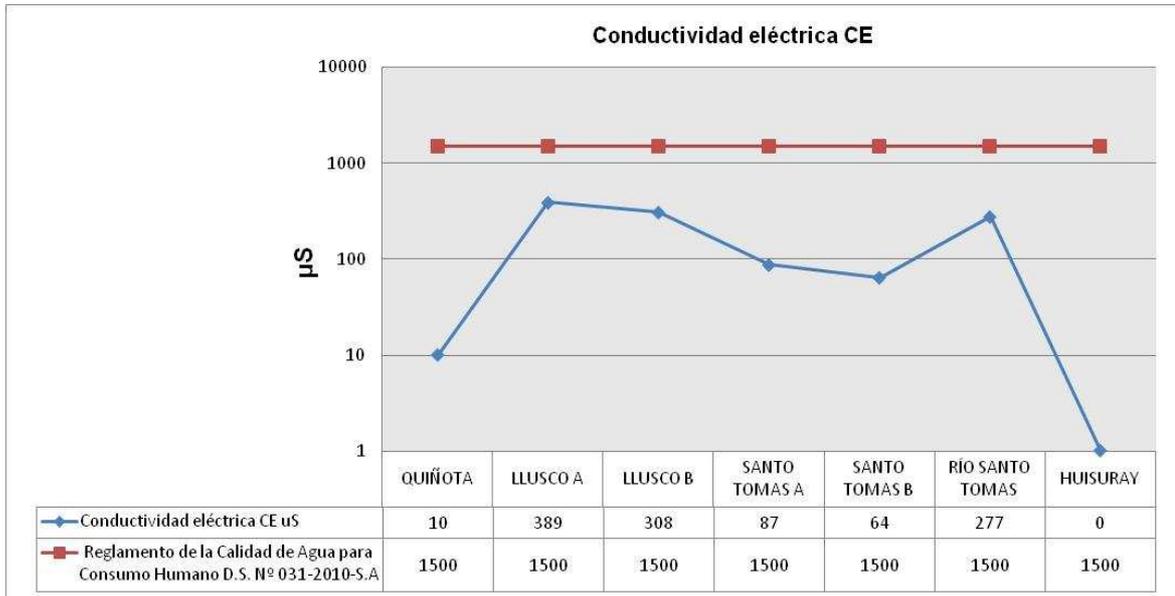
La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas así como de la temperatura de medición. Cuanto mayor sea la concentración de iones mayor será la conductividad.

En aguas naturales la medida de la conductividad tiene varias aplicaciones, tal vez la más importante sea la evaluación de las variaciones de la concentración de minerales disueltos en aguas naturales y residuales.

CUSCO:

Para la determinación de la conductividad se tomó una alícuota de la muestra de agua en un envase se introdujo la celda del conductímetro procurando que quede bien cubierto, de esta forma se obtuvo la lectura de los valores. De acuerdo al Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-S.A, el límite permisible de conductividad es 1500 uS; los valores medidos se encuentran por debajo del límite permisible.

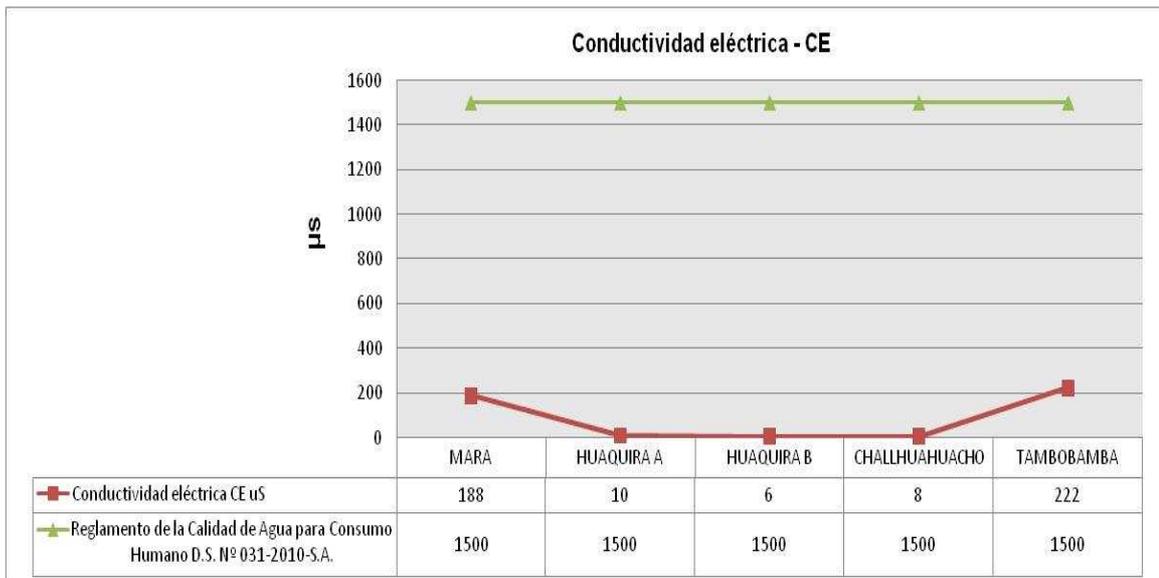
Gráfico N°03:
Comparación de los valores de CE en las muestras tomadas - Cusco



APURÍMAC:

Para la determinación de la conductividad se tomó una alícuota de la muestra de agua en un envase se introdujo la celda del conductímetro procurando que quede bien cubierto, de esta forma se obtuvo la lectura de los valores. De acuerdo al Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-S.A, el límite permisible de conductividad es 1500 uS; los valores de las muestras tomadas se encuentran por debajo del límite permisible.

Gráfico N°04:
Comparación de los valores de CE en las muestras tomadas – Apurímac



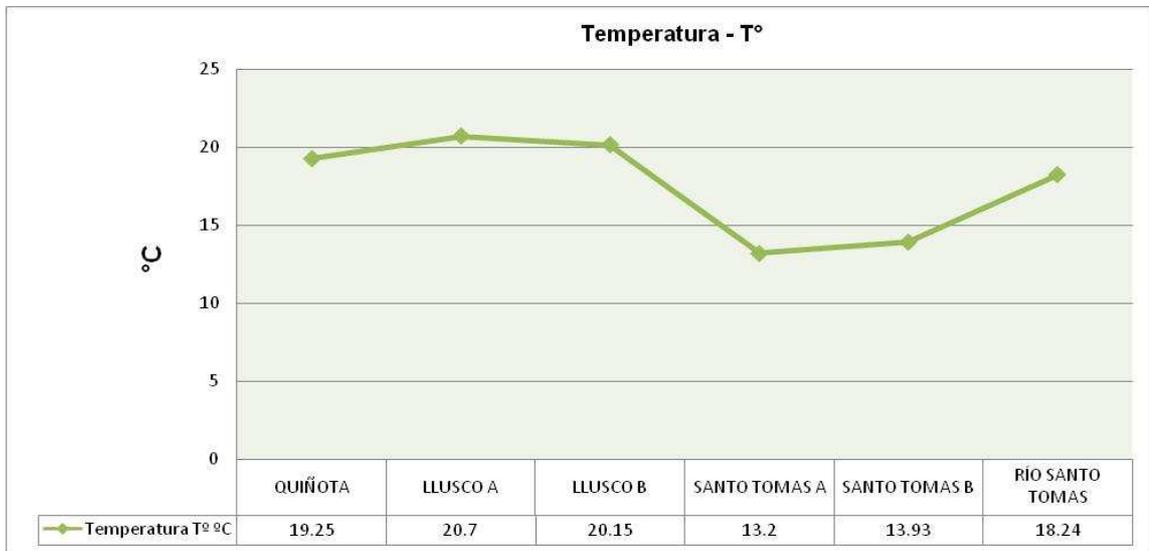
c) TEMPERATURA (T°)

La temperatura es un parámetro termodinámico del estado de un sistema que caracteriza el calor, o transferencia de energía. La temperatura del agua influirá en la cantidad de oxígeno presente en el agua ya que a mayor temperatura se acelerará el proceso fotosintético así como la remoción de materia orgánica.

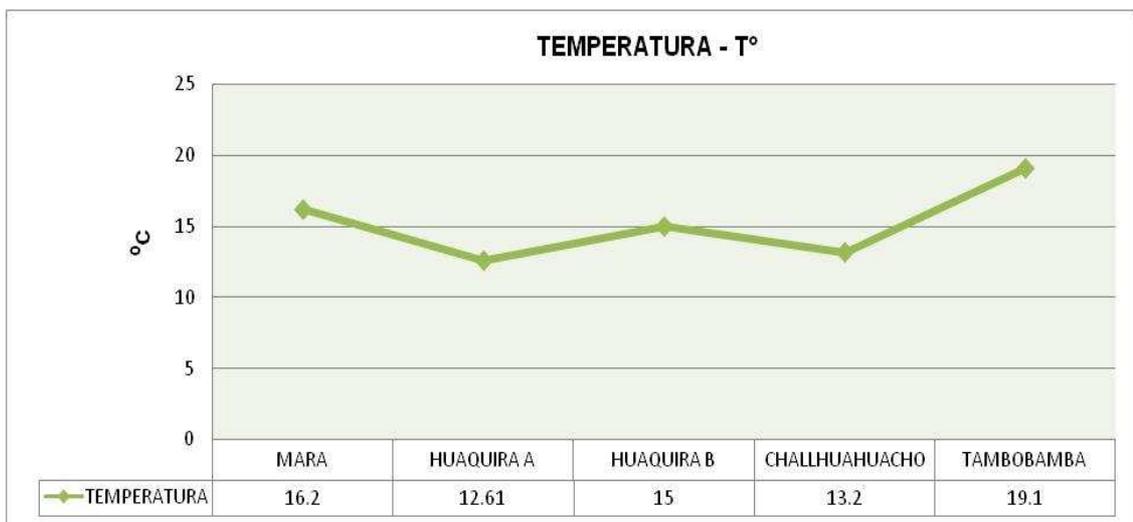
CUSCO Y APURIMAC

Si bien este parámetro no tiene un valor límite establecido por la OMS y el Reglamento para Agua de Consumo Humano Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-S.A, los valores de las muestras tomadas en Cusco y Apurímac son bajos.

**Gráfico N°05:
Comparación de los valores de T° en las muestras tomadas - Cusco**



**Gráfico N°06:
Comparación de los valores de CE en las muestras tomadas - Apurímac**



d) TURBIDEZ:

Puede ser causada por la presencia de partículas suspendidas y disueltas de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos. La turbiedad es de importante consideración en las aguas para abastecimiento público por tres razones, la estética, la filtrabilidad y la desinfección.

CUSCO Y APURÍMAC:

El límite máximo recomendado por la OMS y el Reglamento para Agua de Consumo Humano Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-S.A, para el agua potable es de 5 UNT (unidades nefelométricas de turbidez), el cual tiene un alto índice de dispersión; según el mismo la muestra tomada en el río Tambobamba estaría excediendo este parámetro.

Gráfico N°07:
Comparación de los valores de Turbidez en las muestras tomadas – Cusco

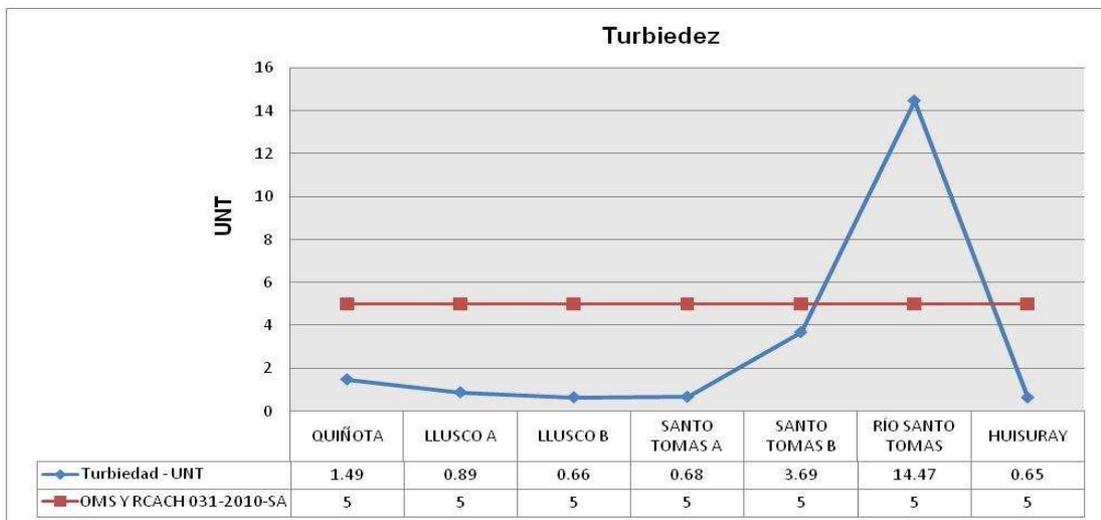
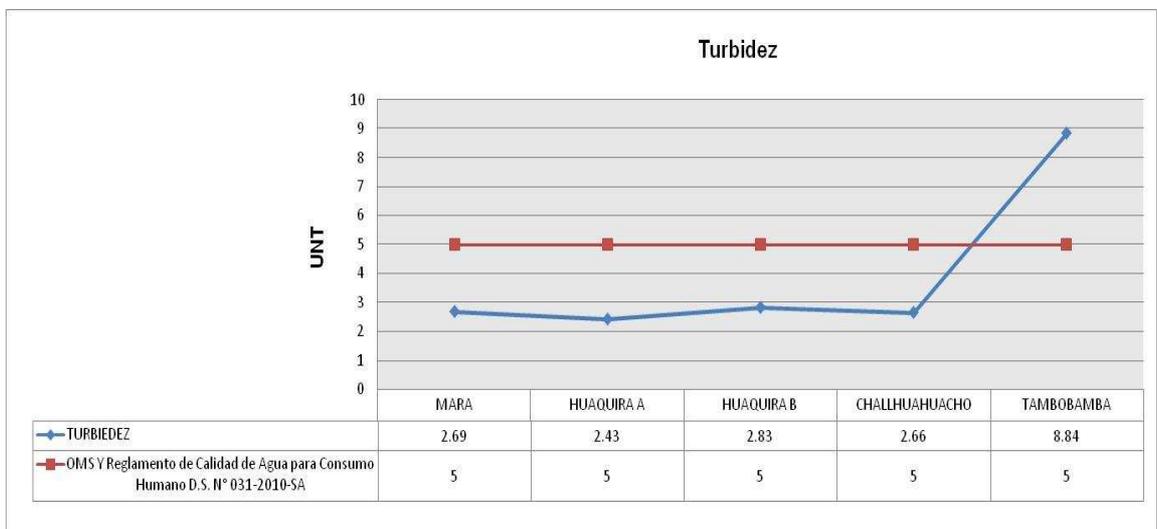


Gráfico N°08:
Comparación de los valores de Turbidez en las muestras tomadas – Apurímac



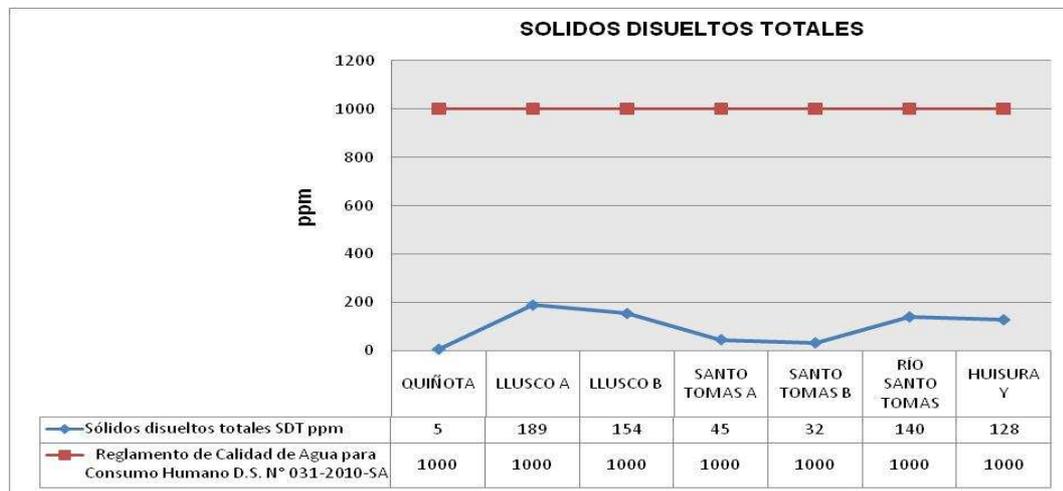
e) SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES

Los sólidos disueltos totales (SDT) comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua. Debido a las diferentes solubilidades de diferentes minerales, las concentraciones de SDT en el agua varían considerablemente de unas zonas geológicas a otras

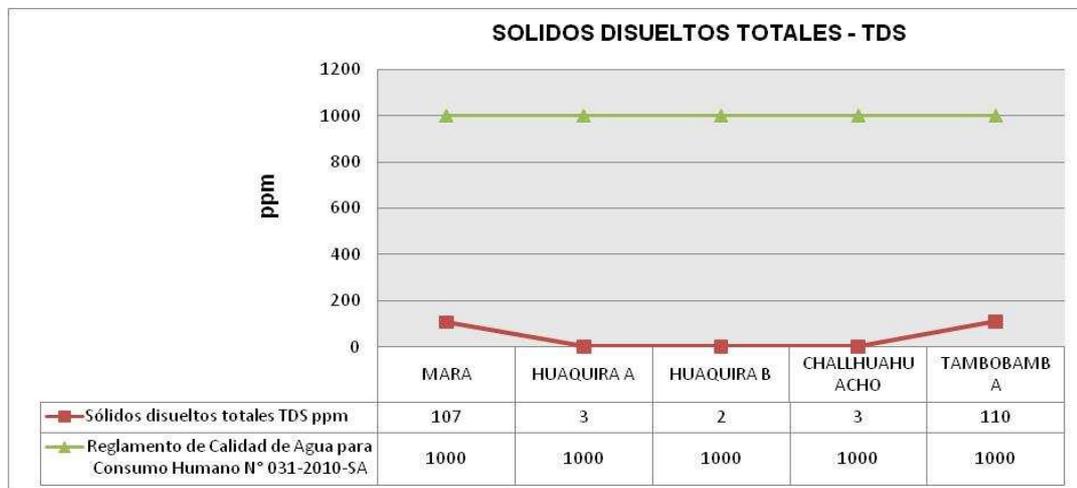
CUSCO Y APURÍMAC:

Sólo el Reglamento para Agua de Consumo Humano Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-S.A, presenta un valor límite de STD y si tomamos en cuenta dicho valor límite y lo comparamos con los resultados del muestreo, estos estarían por debajo de los mismos.

**Gráfico N°09:
Comparación de los valores de Sólidos Disueltos Totales - TDS
en las muestras tomadas – Cusco**



**Gráfico N°10:
Comparación de los valores de Sólidos Disueltos Totales - TDS
en las muestras tomadas – Apurímac**



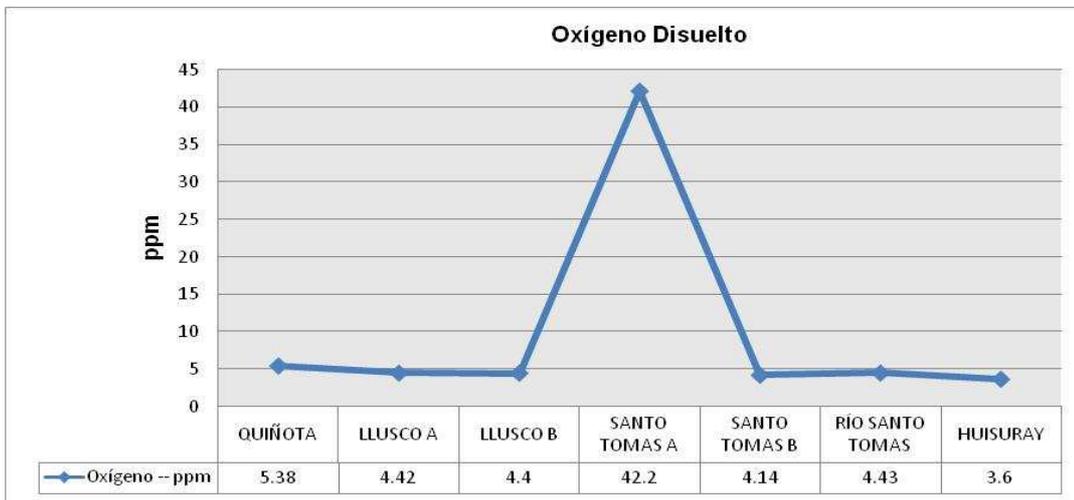
f) OXIGENO DISUELTO

La presencia de oxígeno en el agua es indispensable para la vida acuática y depende de las condiciones ambientales, ya que su cantidad aumenta al disminuir la temperatura o aumentar la presión.

CUSCO Y APURIMAC

Para Los desperdicios orgánicos que se encuentran en el agua son descompuestos por microorganismos que usan el oxígeno para su respiración, esto quiere decir que cuanto mayor es la cantidad de materia orgánica mayor es el número de microorganismos y por tanto mayor el consumo de oxígeno. Por tanto el análisis de oxígeno disuelto es una prueba clave en la determinación de la contaminación del agua. Para el análisis "in situ" del nivel de oxígeno en las aguas muestreadas se utilizó un medidor de oxígeno disuelto, previamente calibrado.

**Gráfico N°11:
Comparación de los valores de Oxígeno Disuelto - OD
en las muestras tomadas – Cusco**



**Gráfico N°12:
Comparación de los valores de Oxígeno Disuelto - OD
en las muestras tomadas – Apurímac**

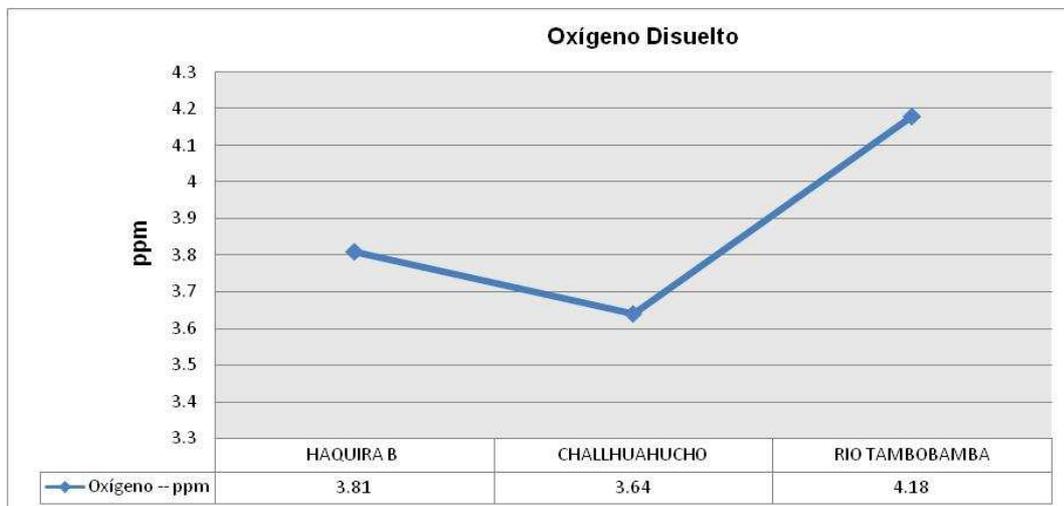


Gráfico N° 13:
Comparación de los valores de Porcentaje de Saturación en las muestras tomadas – Cusco

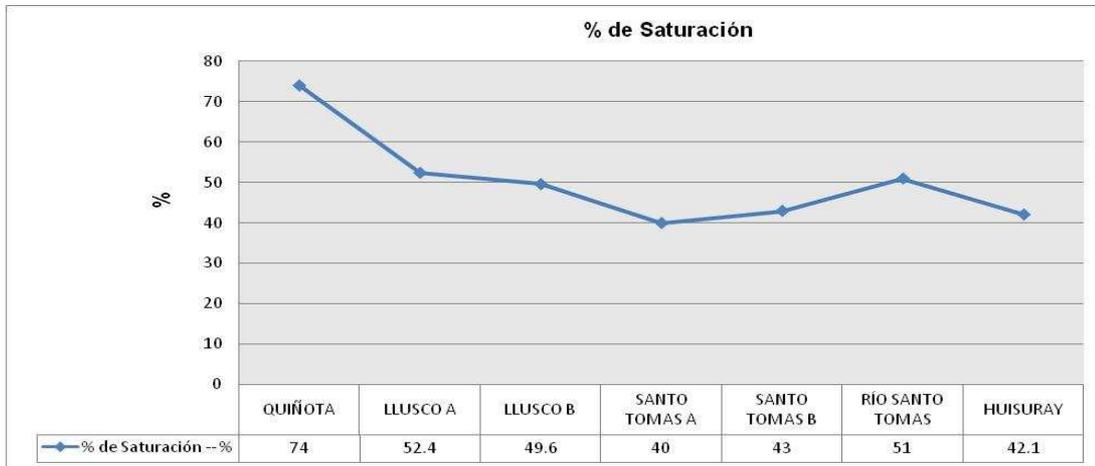
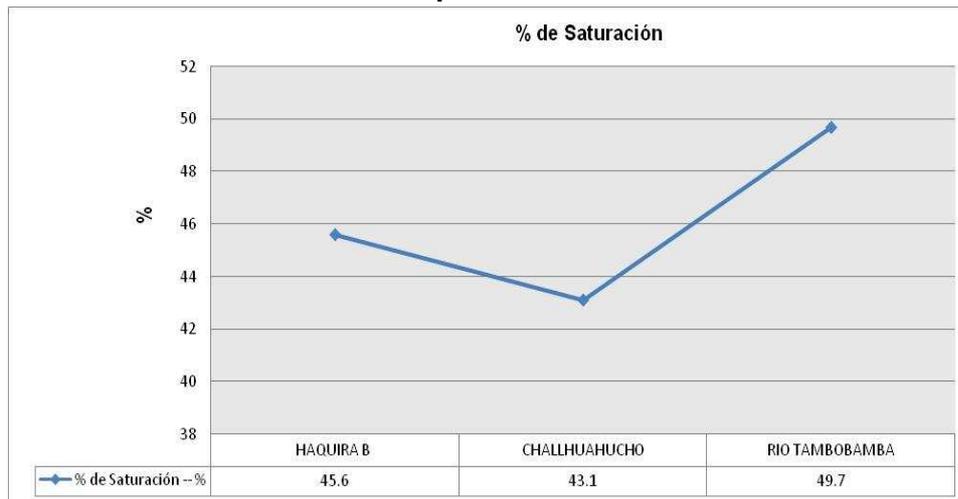


Gráfico N° 14:
Comparación de los valores de Saturación en las muestras tomadas – Apurímac



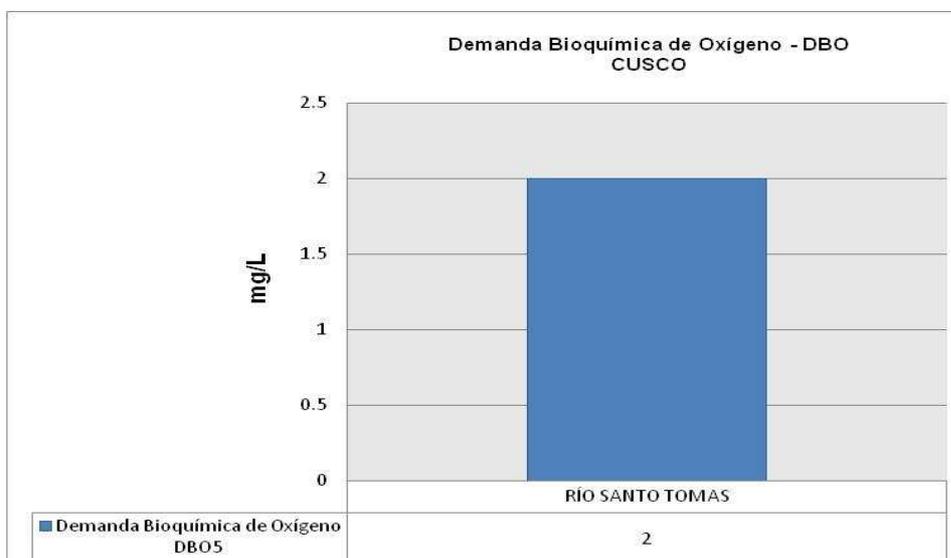
g) DBO

Indica la cantidad en miligramos de oxígeno disuelto que utilizan las bacterias para descomponer la materia orgánica presente en un litro de agua. Es una medida cuantitativa de la contaminación del agua por materia orgánica.

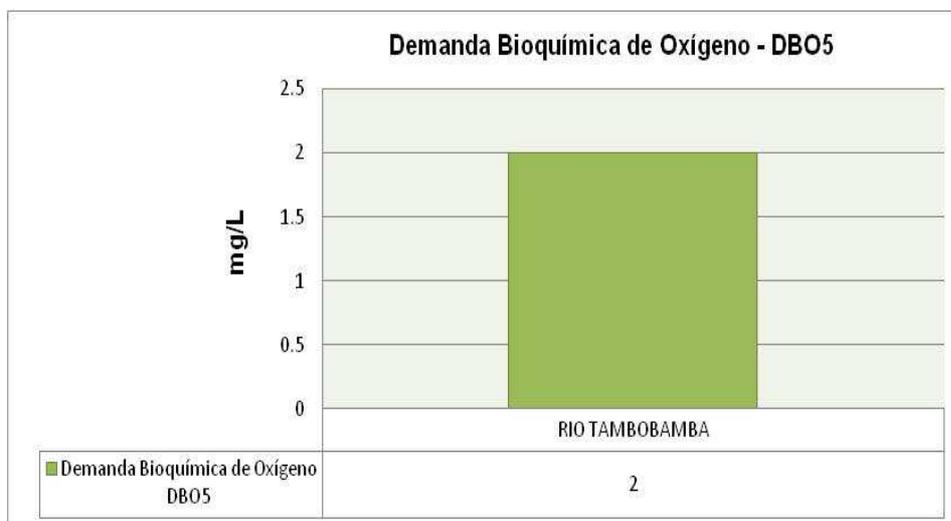
CUSCO Y APURÍMAC:

Los resultados obtenidos para la Demanda Bioquímica de Oxígeno en los puntos de monitoreo correspondientes a la microcuenca del Río San Tomas en Cusco y Río Tambobamba en Apurímac es de <2.0 mg/l respectivamente. Como se puede observar el resultado obtenido se encuentra por debajo del límite de detención, lo que nos indica que el agua tiene poca capacidad de disolver oxígeno

Gráfico N° 15:
Comparación de los valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno en las muestras tomadas - Cusco



Cuadro N°16:
Comparación de los valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno en las muestras tomadas – Apurímac



h) DQO

Es el parámetro utilizado para caracterizar la contaminación orgánica del agua que se mide a partir de la cantidad de oxígeno disuelto necesario para la degradación química de los contaminantes orgánicos que contiene.

CUSCO Y APURÍMAC:

Los resultados obtenidos para la Demanda Química de Oxígeno en los puntos de monitoreo correspondientes a la Microcuenca del río Santo Tomas y a la del

río Tambobamba es de <4 mg/l respectivamente. Como se puede observar el resultado obtenido para ambas muestras se encuentra por debajo del límite de detección, lo que indica que hay baja cantidad de oxígeno en el agua para la actividad microbiana.

Gráfico N° 17:
Comparación de los valores de Demanda Química de Oxígeno en las muestras tomadas - Cusco

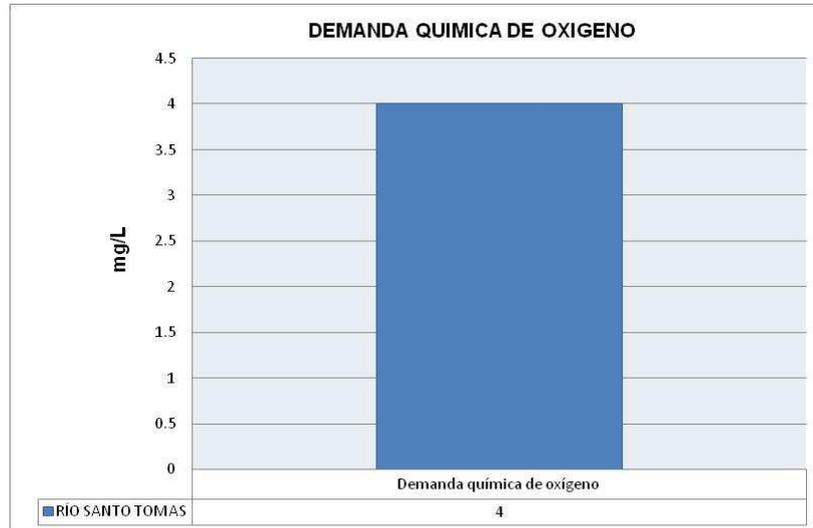
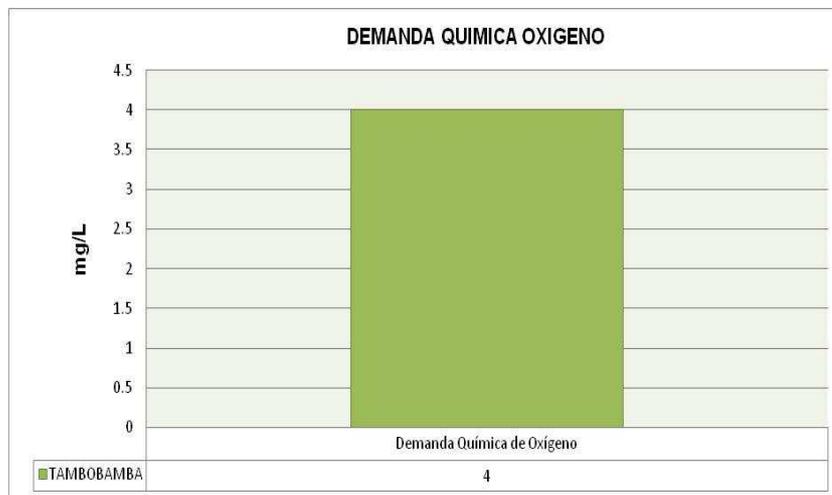


Gráfico N° 18:
Comparación de los valores de Demanda Química de Oxígeno en las muestras tomadas - Cusco



i) CLORO LIBRE

La mayoría de las personas pueden detectar, mediante el olfato o el gusto, la presencia en el agua de consumo de concentraciones de cloro bastante menores que 5 mg/l, y algunas incluso pueden detectar hasta 0,3 mg/l.

CUSCO Y APURÍMAC:

Si comparamos con el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA. y la OMS; podemos observar que los valores de las muestras tomadas en el caso de Cusco, solo en el distrito de Santo Tomas estarían por encima de los valores referenciales establecidos por la OMS, el cual es de 0.5 mg/L, el resto se encuentra por debajo de este valor esto nos puede indicar que hay un deficiente manejo en el sistema de desinfección. En el caso de Apurímac, todos los valores de las muestras se encuentran por debajo de los valores establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA., el cual establece un valor de 5mg/L y el valor recomendado por la OMS.

Gráfico N° 19:
Comparación de los valores de Cloro Libre en las muestras tomadas - Cusco

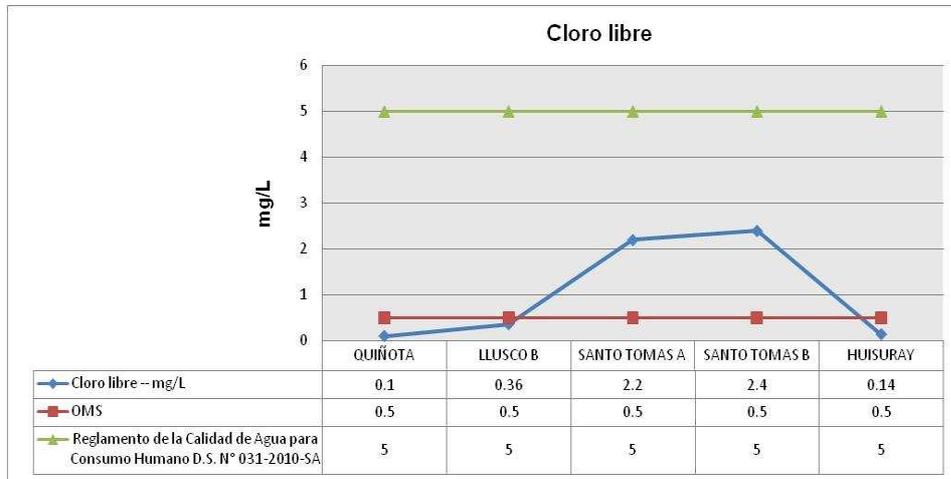
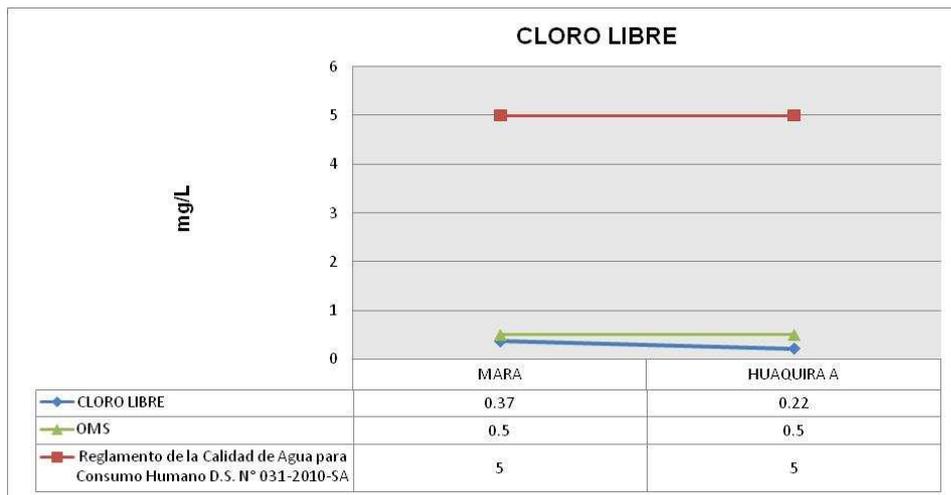


Gráfico N° 20:
Comparación de los valores de Cloro Libre en las muestras tomadas - Apurímac



j) CLORUROS

En el agua subterránea natural, la mayoría de las sustancias disueltas se encuentran en estado iónico. El cloruro es uno de estos iones que se encuentran presentes casi siempre, debido a la elevada solubilidad de sus sales, éstos pasan rápidamente a la fase acuosa pudiendo alcanzar concentraciones muy altas.

Los principales mecanismos de llegada de cloruros son los de propagación a partir de la superficie, que incluyen los casos de arrastre desde la superficie del terreno por las aguas de infiltración.

El ión no forma sales de baja solubilidad, no se oxida ni se reduce en aguas naturales, no es adsorbido significativamente ni entra a formar parte de procesos bioquímicos.

CUSCO Y APURIMAC:

De acuerdo a lo observado en Cusco y Apurímac; los valores registrados de las muestras tomadas, se puede observar que estas no sobrepasan el valor límite establecidos por el Reglamento de la Calidad de Agua para el Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA. y el valor referencial establecido por la OMS; los cuales establecen como valor límite el de 250mg/L para este parámetro.

**Gráfico N° 21:
Comparación de los valores de Cloruros en las muestras tomadas -
Cusco**

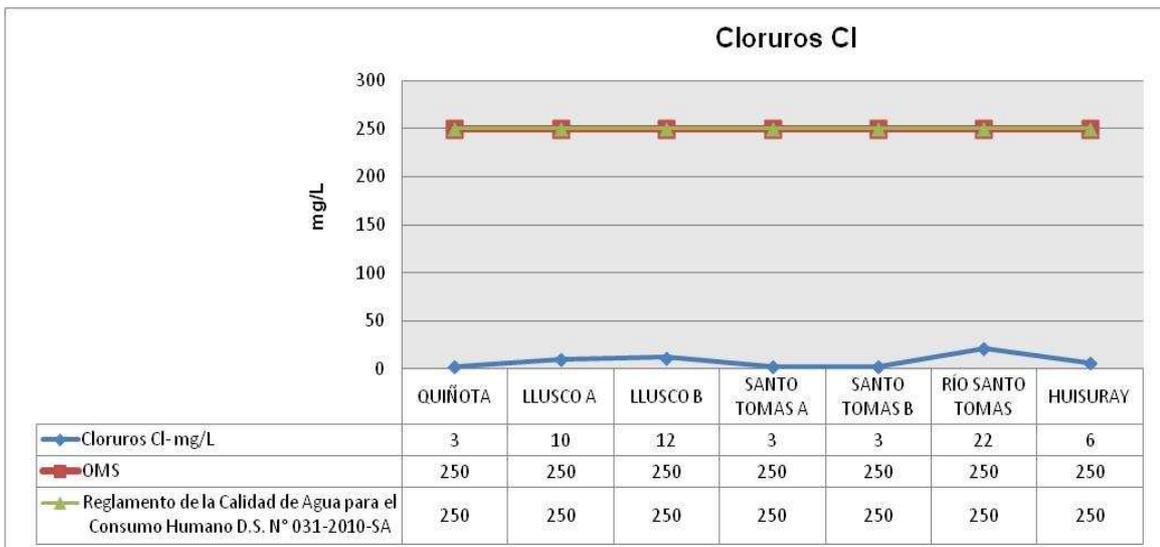
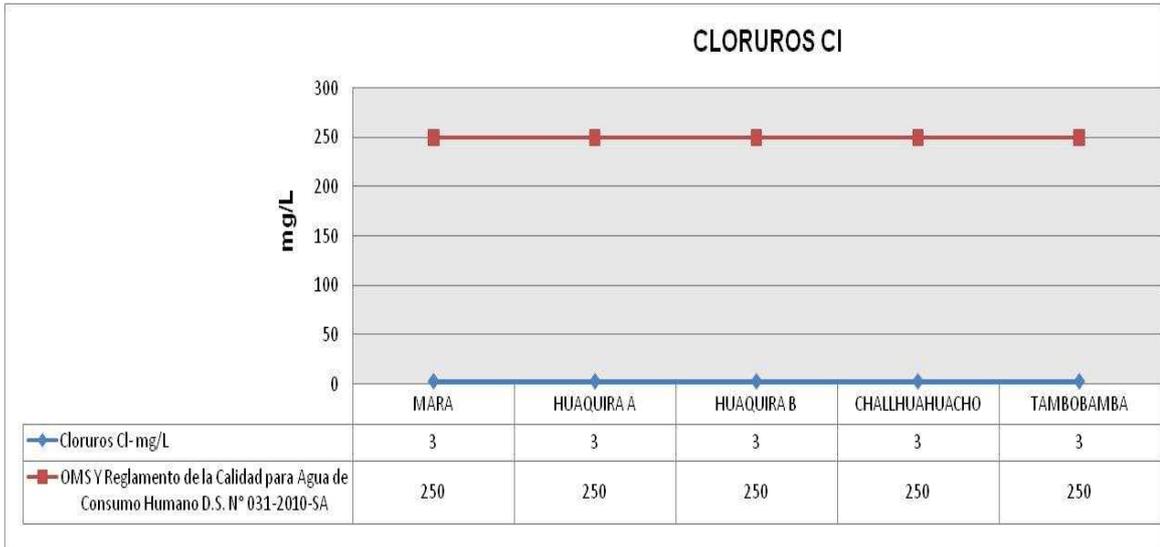


Gráfico N° 22:
Comparación de los valores de Cloruros en las muestras tomadas - Apurímac



k) NITRATOS

La concentración de nitrato en aguas subterráneas y superficiales suele ser baja, pero puede llegar a ser alta por filtración o escorrentía de tierras agrícolas o debido a la contaminación por residuos humanos o animales como consecuencia de la oxidación del amoníaco y fuentes similares.

CUSCO Y APURÍMAC:

De acuerdo a lo observado en Cusco y Apurímac; los valores registrados de las muestras tomadas, se puede observar que estas no sobrepasan el valor límite establecidos por el Reglamento de la Calidad de Agua para el Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA. y el valor referencial establecido por la OMS; los cuales establecen como valor límite el de 50mg/L para este parámetro.

Gráfico N° 23:
Comparación de los valores de Nitratos en las muestras tomadas – Cusco

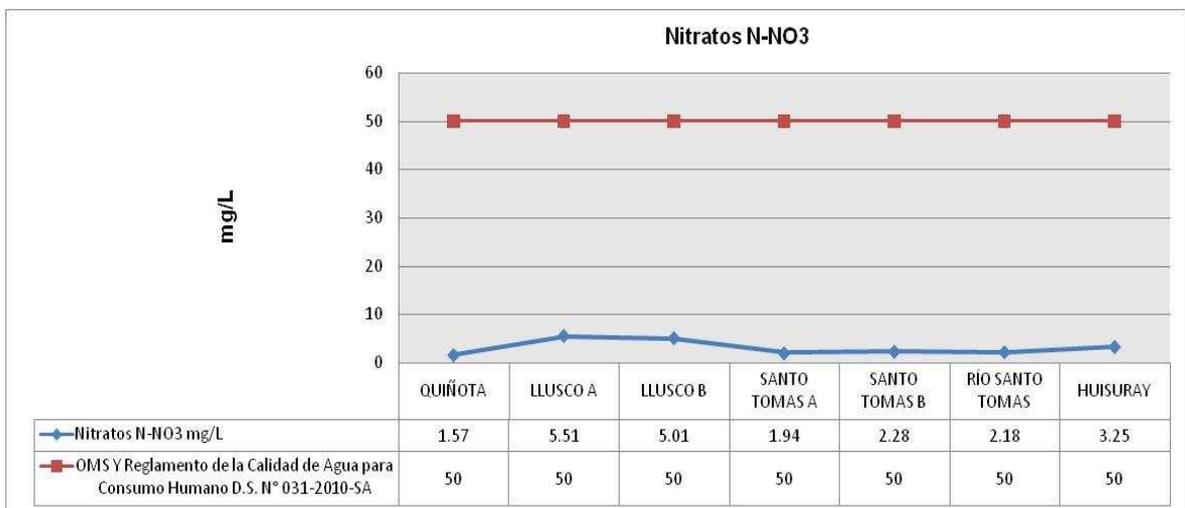
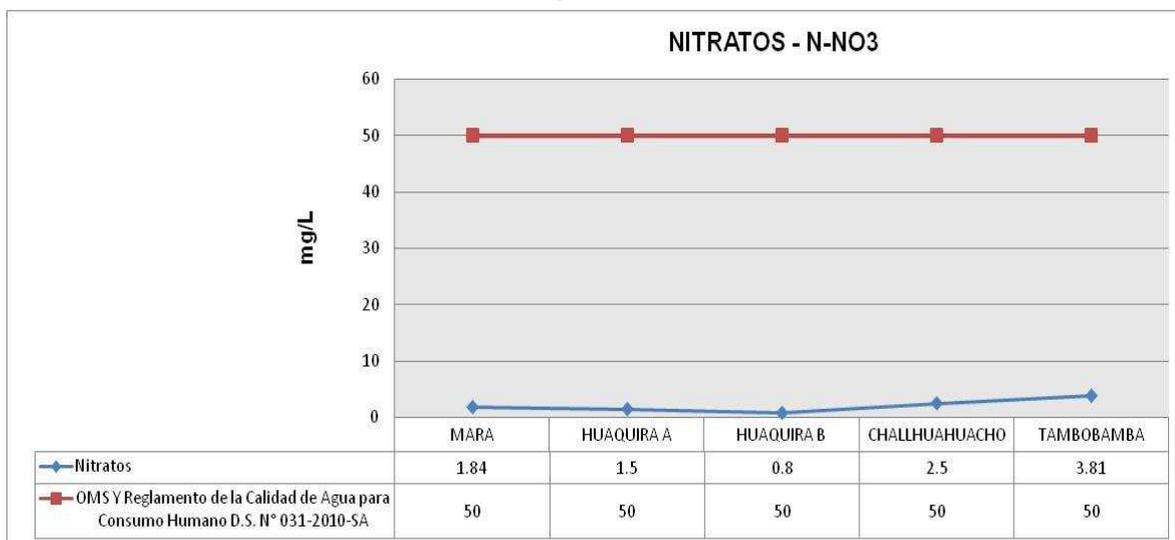


Gráfico N° 24:
Comparación de los valores de Nitratos en las muestras tomadas – Apurímac



I) SULFATOS

El sulfato es uno de los iones que se encuentran presentes casi siempre en el agua subterránea de manera natural., debido a la elevada solubilidad de sus sales, en el caso de los distritos presenta bajos valores de concentración porque el material en el terreno (formaciones rocosas) por el que discurre el agua superficial que por infiltración pasa a formar parte de las aguas subterráneas no contiene material sulfatados.

CUSCO Y APURÍMAC:

Si bien este parámetro no tiene un valor límite establecido por la OMS y el Reglamento para Agua de Consumo Humano Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-S.A, los valores de las muestras tomadas en Cusco y Apurímac son bajos, salvo en la muestra tomada en el río Tambobamba el cual presenta 5.8 mg/L para el caso de Apurímac y la Comunidad de Llusco A para el caso de Cusco con un valor de 41.0 mg/L.

m) FOSFATOS

El ión fosfato en general forma sales muy poco solubles y precipita fácilmente como fosfato cálcico. Como procede de un ácido débil contribuye a la alcalinidad del agua. No suele haber en el agua más de 1 ppm, salvo en los casos de contaminación por fertilizantes fosfatados.

CUSCO Y APURÍMAC:

Pero para el reglamento peruano y la OMS no se encuentran directrices como referencia pero lo ideal que está debajo de 1ppm nos demuestra que no presenta filtraciones de fertilizantes; las muestras tomadas en Cusco y Apurímac presentan valores por debajo de 1 ppm.

n) **FLUORUROS**

La primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1984, estableció un valor de referencia de 1,5 mg/l para el fluoruro, ya que se había descrito muy ocasionalmente la aparición de manchas en los dientes cuando las concentraciones eran más altas.

CUSCO Y APURÍMAC:

Pero en el 2004 en su guía publicada de la OMS no hay directriz; pero si el reglamento de la Calidad de Agua para el Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, establece un valor límite de 1.5mg/L; por lo que las muestras tomadas en Cusco y Apurímac estarían por debajo de este valor.

o) **MERCURIO**

Actualmente no hay directrices tanto por parte de la OMS y para el Reglamento de la Calidad de Agua para el Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA, pero si nos basamos en Las Guías de 1993 también mantuvieron el valor de referencia de 0,001 mg/l para el mercurio total. Lo cual en los lugares de muestreo los resultados están debajo de este estándar.

p) **SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES**

Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición. Pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua.

CUSCO Y APURÍMAC:

Según la OMS y el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA no se presenta directrices, pero si nos guiamos de la guía de sunass puede ser de 25-50 mg/L (Gesta del agua – Digesa) los resultados se encuentran por debajo delo indicado.

q) **COLIFORMES FECALES**

La presencia de Coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias Coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.

CUSCO Y APURÍMAC:

De acuerdo a lo observado en Cusco y Apurímac; los valores registrados de las muestras tomadas, como se pueden observar, sobrepasan el valor límite establecidos por el Reglamento de la Calidad de Agua para el Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA. y el valor referencial establecido por la OMS; los cuales establecen como valor límite el de 0mg/L para este parámetro; lo cual indicaría que no hay un buen manejo de desinfección y de limpieza de los reservorios o hay filtraciones difusas de aguas superficiales contaminadas.



Gráfico N° 25:
Comparación de los valores de Coliformes Fecales en las muestras tomadas – Cusco

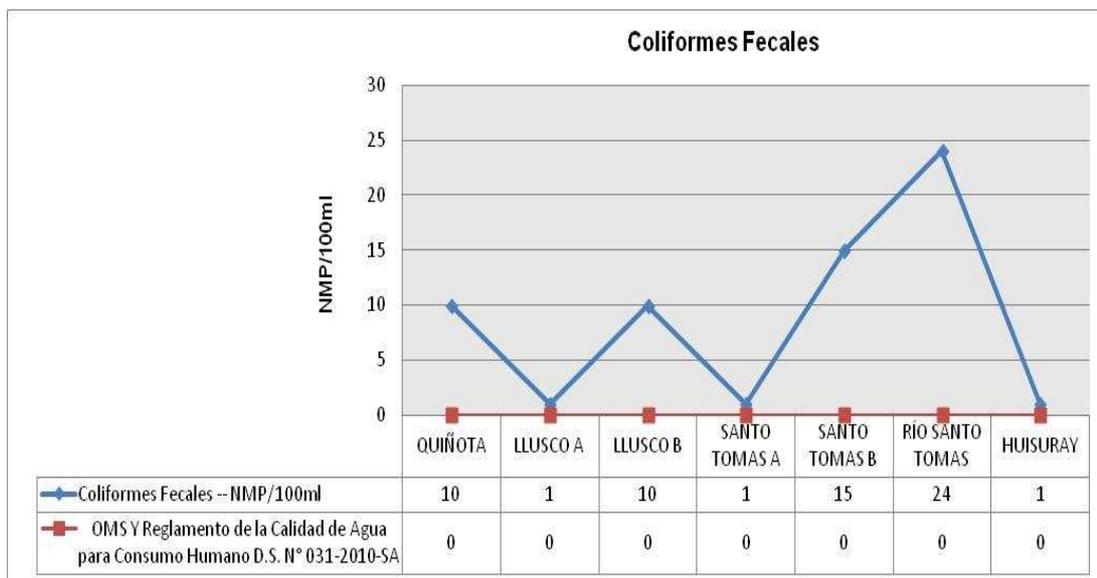
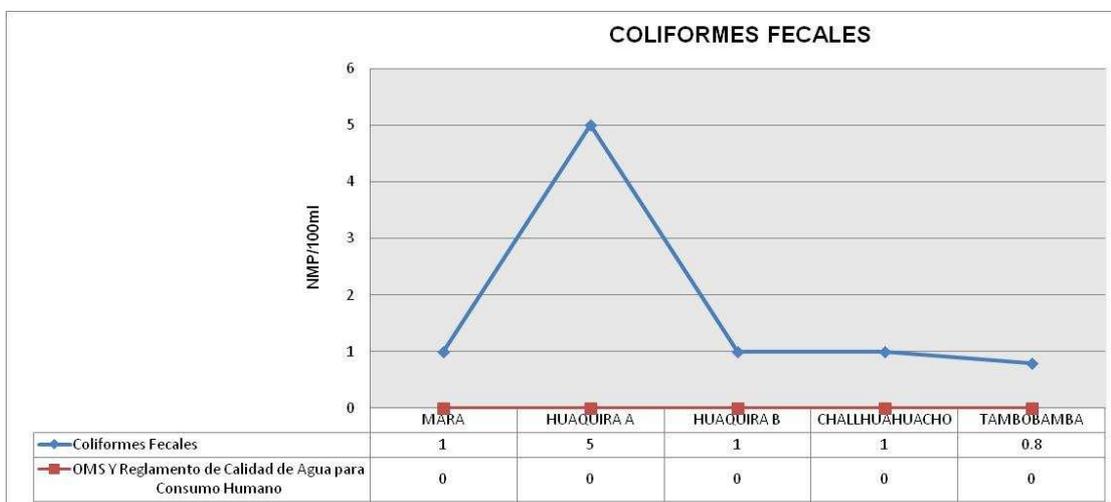


Gráfico N° 26:
Comparación de los valores de Coliformes Fecales en las muestras tomadas – Apurímac



r) COLIFORMES TOTALES

Se pueden encontrar tanto en las heces como en el medio ambiente y en el agua para consumo con concentraciones de nutrientes relativamente elevadas

CUSCO Y APURÍMAC:

Según la OMS y el Reglamento Peruano indican que no tiene que presentar Coliformes para agua de consumo humano 0 colonias, 0 NMP/100ml y según

los resultados de las muestras todos los puntos presentan Coliformes fecales lo cual indica que no hay un buen manejo de desinfección y de limpieza de los reservorios o hay filtraciones difusas de aguas superficiales contaminadas con purines del ganado que pastorean cerca a los manantes

Gráfico N° 27:
Comparación de los valores de Coliformes Totales en las muestras tomadas – Cusco

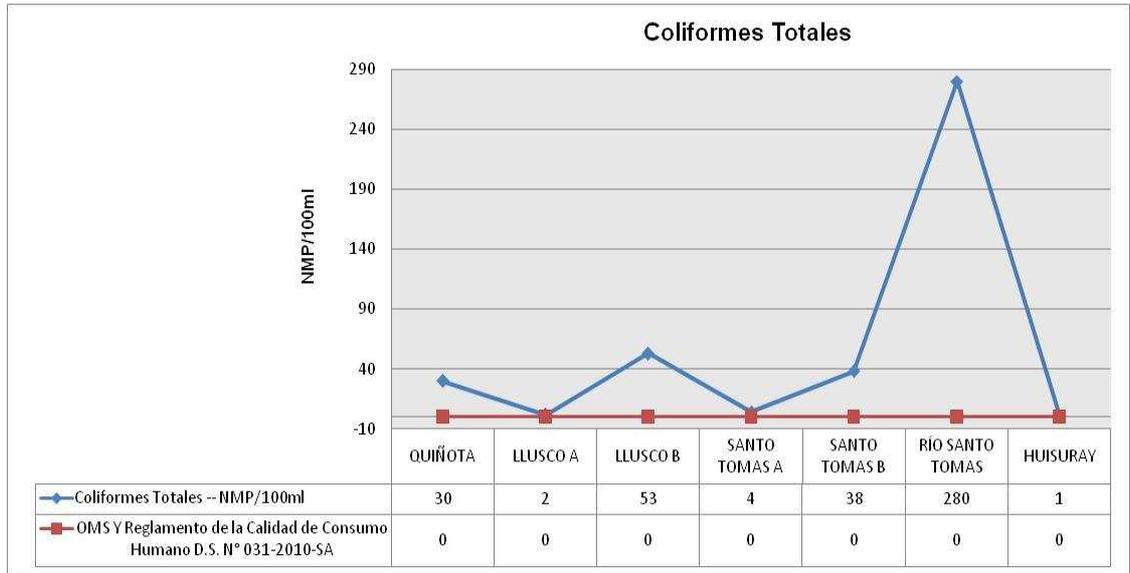
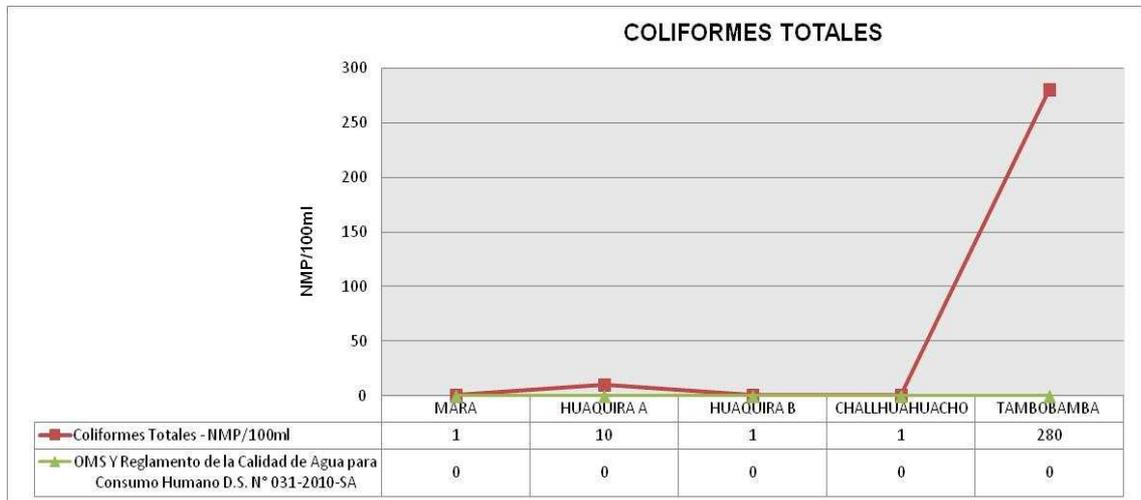


Gráfico N° 28:
Comparación de los valores de Coliformes Totales en las muestras tomadas Apurímac



s) DUREZA TOTAL

La dureza del agua se debe al contenido de calcio y, en menor medida, de magnesio disueltos. No se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para la dureza. No obstante, el grado de dureza del agua puede afectar a su aceptabilidad por parte del consumidor en lo que se refiere al sabor y a la formación de incrustaciones.

CUSCO Y APURÍMAC:

Si bien este parámetro no tiene un valor límite establecido por la OMS, el Reglamento para Agua de Consumo Humano Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-S.A, establece el valor límite de 500mg/L, en los lugares de muestreo presenta valores por debajo de esta.

Gráfico N° 29:
Comparación de los valores de Dureza Total en las muestras tomadas – Cusco

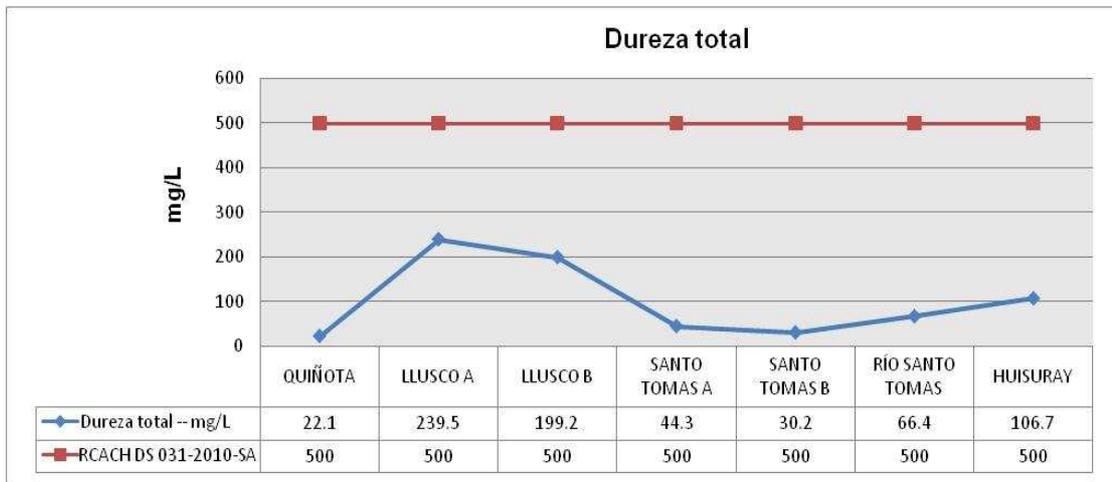
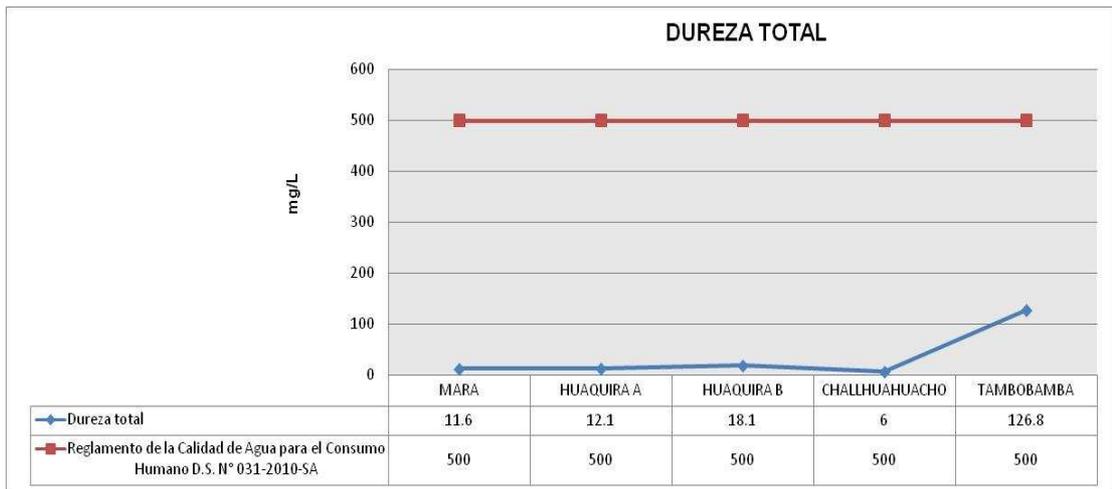


Gráfico N° 30:
Comparación de los valores de Dureza Total en las muestras tomadas - Apurímac



14. CONCLUSIONES

- Se ha observado que las fuentes de agua están propensas a ser contaminadas por las actividades de pastoreo y actividades agrícolas que realiza la población del lugar, por lo que sería conveniente instalar cercos perimétricos para proteger las captaciones de agua.
- En su mayoría, las estructuras de las captaciones se encuentran deterioradas, lo que provoca una operación inadecuada del sistema. Sería conveniente, que las autoridades a cargo de la jurisdicción de cada uno de los lugares donde se ubican las Fuentes de agua, realicen trabajos para la mejora de estas, por lo que se recomienda dialogar con cada una de las autoridades para proponer medidas de reparación, operación y mantenimiento de la infraestructura.
- Según las entrevistas realizadas a los pobladores, en su mayoría, opinan que hay debilidad en las organizaciones lo que impide que se realice una operación y mantenimiento adecuado de las fuentes de agua, por lo que sería conveniente, como se menciona en el párrafo anterior, fortalecer las unidades de gestión de estos sistemas en coordinación con los gobiernos locales. mediante mecanismos de participación realizar reuniones con las autoridades locales y las organizaciones de los distritos para encontrar soluciones al problema de debilidad institucional para la gestión operativa de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario.
- Se han encontrado altos contenidos de Coliformes Fecales y Coliformes Totales; la sola presencia de estos microorganismos en el agua es indicador cualitativo de contaminación, por lo que aun las aguas con niveles bajos de coliformes son consideradas contaminadas; sin embargo, cuando aumenta la presencia de coliformes en el agua, aumenta también la probabilidad de que esta contenga algún microorganismo patógeno. Los resultados de los análisis revelan una contaminación casi generalizada de estos microorganismos.
- Los altos niveles de contaminación de origen fecal hacen necesario un estricto control de la calidad microbiológica del agua.
- En los resultados que se obtuvieron de las muestras tomadas en Apurímac y Cusco solo en los ríos de Tambobamba y Santo Tomás hay presencia de hierro que sobrepasa los límites máximos permisibles por la OMS y el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-S.A.; esto se sustenta debido a que en la zona de Tambobamba existe yacimientos de óxido de hierro, y en el caso del río Santo Tomás, hay presencia de minería polimetálica en la cabecera de cuenca.
- De acuerdo a los datos y niveles encontrados de metales pesados (hierro) en los puntos de monitoreo correspondientes al Río Santo Tomas en Cusco y Río Tambobamba en Apurímac; los cuales en concentraciones superiores a los valores límites, actúan como contaminantes, por lo que si su uso fuera para el abastecimiento de la población como fuente de agua no estaría siendo apta de forma directa, debido a que sobrepasan los valores límites establecidos por el Reglamento de la Calidad de Agua para consumo Humano y los valores referenciales sugeridos por la OMS, siendo necesario su tratamiento.
- En todos los resultados del monitoreo realizado en distritos de Chumbivilcas y Cotabambas no se ha encontrado presencia de pesticidas, esto se debe a que

las fuentes de agua se encuentran por encima de las zona agrícola, solo en el caso de los ríos Tambobamba y Santo Tomás se encuentra por debajo de la zona agrícola, pero no se ha encontrado ningún valor detectable, lo que sugiere indicar que pese a que se encontraban en época de siembra no lo usaban en mayor cantidad que la necesaria.

- De acuerdo al Plan Regional de Prevención y Atención de Desastres de Apurímac, muestra como una de las posibles causas de contaminación de la magnitud de la explotación, el volumen de roca extraída, las descargas de agua contaminada; las comunidades, personas y sus actividades agrícolas se ponen en riesgo, por los impactos de las operaciones de la empresa minera, cuya influencia alcanzaría no sólo a las poblaciones alrededor de esta, sino también a las poblaciones próximas (Cotabambas: Challhuahuacho, Tambobamba y Haqira).



ANEXOS

PLAN DE MITIGACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA ANTE LA CONTAMINACIÓN POR USO DOMÉSTICO Y AGROQUÍMICOS

I. INTRODUCCIÓN

El Programa Conjunto de Medio Ambiente tiene como uno de sus principales objetivos el de elaborar un Plan de Mitigación ante la Contaminación por Uso Doméstico y Agroquímicos de las fuentes de agua, de diferentes distritos de las provincias de Chumbivilcas en la Región Cusco y de Cotabambas en Apurímac.

El Estudio de Calidad del Agua elaborado previamente al presente documento, nos permite identificar los problemas más importantes que acontecen en cada una de las localidades donde se han realizado los monitoreos, con respecto a las fuentes de agua que las abastecen, lo cual nos permite evaluar las amenazas o peligros naturales e identificar las acciones necesarias para evitar o mitigar los daños y el riesgo de los sectores críticos identificados.

Esperamos que el presente documento contribuya a fomentar la conciencia de todos los agentes locales, sobre la necesidad de asumir con responsabilidad, el compromiso de cumplir con las pautas técnicas establecidas en la perspectiva de propiciar el desarrollo sostenible de las localidades estudiadas.

II. OBJETIVOS

- Identificación de los principales riesgos naturales y de contaminación, presentes en las fuentes de agua en las comunidades de las provincias de Cotabambas y Chumbivilcas que se han considerado en el estudio.
- Identificación y priorización de acciones sobre las áreas de mayor riesgo en las zonas de las fuentes de agua de consumo en las comunidades de las provincias de Cotabambas y Chumbivilcas, para la aplicación de intervenciones específicas de seguridad física, a fin de reducir la vulnerabilidad.

III. NORMATIVA NACIONAL E INSTITUCIONAL

3.1. Ley General del Ambiente (2005)

En su Capítulo III: Gestión Ambiental, Artículo 25: De Los Estudios de Impacto Ambiental, indica que éstos son instrumentos de gestión que contienen una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles de dicha actividad en el medio ambiente físico y social, a corto y largo plazo, así como la evaluación técnica del mismo.

Decreto Legislativo N° 1055: Modificación de la Ley General del Ambiente

Artículo 32.- Del límite máximo permisible-LMP, es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los

organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio.

Artículo 43º.- De la información sobre denuncias presentadas.

43.1 Toda persona tiene derecho a conocer el estado de las denuncias que presente ante cualquier entidad pública respecto de infracciones a la normatividad ambiental, sanciones y reparaciones ambientales, riesgos o daños al ambiente y sus demás componentes, en especial aquellos vinculados a daños o riesgos a la salud de personas. Las entidades públicas deben establecer en sus Reglamentos de Organización y Funciones, Textos Únicos de Procedimientos Administrativos u otros documentos de gestión, los procedimientos para la atención de las citadas denuncias y sus formas de comunicación al público, de acuerdo con los parámetros y criterios que al respecto fije el Ministerio del Ambiente y bajo responsabilidad de su máximo representante.

Las entidades deberán enviar anualmente un listado con las denuncias recibidas y soluciones alcanzadas, con la finalidad de hacer pública esta información a la población a través del SINIA.

3.2. Ley General de Residuos Sólidos y su Modificatoria

Esta Ley establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana.

Decreto Legislativo N° 1065, que modifica los siguientes artículos de la Ley General de Residuos Sólidos: Art. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 16, 19, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 44, 48, 49 y 50 los cuales enmarcan los lineamientos y Política Nacional del Ambiente, modifica las competencias del Ministerio del Ambiente, Autoridades Sectoriales, Autoridades de la Salud, de Transporte y comunicaciones, Gobiernos regionales, del Rol de las Municipales, entre otros.

En el artículo 37º se indica que los generadores de residuos sólidos del ámbito de gestión no municipal, remitirán en formato digital, a la autoridad a cargo de la fiscalización correspondiente a su Sector, los siguientes documentos:

37.1 Una Declaración Anual del Manejo de Residuos sólidos conteniendo información sobre los residuos generados durante el año transcurrido.

37.2 Su plan de manejo de residuos sólidos que estiman van a ejecutar en el siguiente periodo conjuntamente con la Declaración indicada en el numeral anterior, de acuerdo con los términos que se señale en el Reglamento de la presente Ley.

37.3 Un manifiesto de Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos por cada operación de traslado de residuos peligrosos, fuera de las instalaciones industriales o productivas, concesiones de extracción o aprovechamiento de recursos naturales y similares. Esta disposición no es aplicable a las operaciones de transporte por medios convencionales o no convencionales que se realizan al interior de las instalaciones o áreas antes indicadas.

En el artículo 39° se establece que los generadores de residuos sólidos peligrosos, las EPS-RS, EC-RS así como las municipalidades que presten directamente los servicios de manejo de residuos sólidos, notificarán sobre las enfermedades ocupacionales, accidentes y emergencias sanitarias presentadas durante el manejo de los residuos sólidos, a la autoridad de salud de la jurisdicción correspondiente, la que a su vez informará a la DIGESA, sin perjuicio a las otras notificaciones que deban efectuar conforme a la Ley. Asimismo, dichas entidades notificarán las situaciones de emergencia ambiental que se pudieran generar por el manejo de residuos sólidos, al Ministerio del Ambiente.

3.3. Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos

3.4. Ley de Recursos Hídricos

Esta Ley establece que las aguas, sin excepción alguna, son de propiedad de la Nación, y su dominio es inalienable e imprescriptible. No hay propiedad privada de las aguas ni derechos adquiridos sobre ellas. El uso justificado y racional del agua, sólo puede ser otorgado en armonía con el interés social y el desarrollo del país.

En el artículo 5° se establece el agua comprendida en la ley:

El agua cuya regulación es materia de la presente Ley comprende lo siguiente:

1. La de los ríos y sus afluentes, desde su origen natural;
2. la que discurre por cauces artificiales;
3. la acumulada en forma natural o artificial;
4. la que se encuentra en las ensenadas y esteros;
5. la que se encuentra en los humedales y manglares;
6. la que se encuentra en los manantiales;
7. la de los nevados y glaciares;
8. la residual;
9. la subterránea;
10. la de origen minero medicinal;
11. la geotermal;
12. la atmosférica; y
13. la proveniente de la desalación.

Según el artículo 83° Está prohibido verter sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a ésta, que representen riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación. La Autoridad Ambiental respectiva, en coordinación con la Autoridad Nacional, establece los criterios y la relación de sustancias prohibidas.

3.5. Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos

El Reglamento es de aplicación a todas las entidades del sector público nacional, regional y local que ejercen competencias, atribuciones y funciones respecto a la gestión y administración de recursos hídricos continentales superficiales y subterráneos; y, a toda persona natural o jurídica de derecho privado, que interviene en dicha gestión.

Artículo 11.- La Autoridad Nacional del Agua

La Autoridad Nacional del Agua es el ente rector del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, responsable de su funcionamiento; desarrolla, dirige, ejecuta y supervisa la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos; dicta normas y establece procedimientos para la gestión integrada y multisectorial de recursos hídricos por cuencas hidrográficas y acuíferos; coordina acciones en materia de recursos hídricos con los integrantes de dicho sistema, quienes participan y asumen compromisos, en el marco de la Ley y el Reglamento.

Artículo 14.- Otros ministerios

Los ministerios de Vivienda, Construcción y Saneamiento, de Salud, de Producción y de Energía y Minas y de Agricultura que intervienen en el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, ejercen función normativa, de las actividades sectoriales, que encontrándose dentro de sus ámbitos de competencia están relacionados con la gestión de recursos hídricos, observando las disposiciones de la Ley, el Reglamento y las que emita la Autoridad Nacional del Agua en el ámbito de su competencia.

Artículo 88.- Permisos de usos sobre Aguas Residuales

88.1 Para efectos de lo establecido en el artículo 59 de la Ley, entiéndase como aguas residuales a las aguas superficiales de retorno, drenaje, filtraciones resultantes del ejercicio del derecho de los titulares de licencias de uso de agua. La Autoridad Nacional del Agua, a través de sus órganos desconcentrados, otorga permisos que facultan el uso de estas aguas por plazo indeterminado.

88.2 La variación de la cantidad u oportunidad, o la extinción de las aguas de retorno, drenaje o filtraciones, no ocasiona responsabilidad alguna a la Autoridad Nacional del Agua ni al titular de la licencia de uso de agua que generan estas aguas, con relación al titular de un permiso de uso sobre aguas residuales.

Artículo 131.- Aguas residuales y vertimientos.

- a. Aguas residuales, aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, tengan que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad requieren de un tratamiento previo.
- b. Vertimiento de aguas residuales, es la descarga de aguas residuales previamente tratadas, en un cuerpo natural de agua continental o marítima. Se excluye las provenientes de naves y artefactos navales.

Artículo 133. - Condiciones para autorizar el vertimiento de aguas residuales tratadas.

133.1 La Autoridad Nacional del Agua podrá autorizar el vertimiento de aguas residuales únicamente cuando:

- a. Las aguas residuales sean sometidas a un tratamiento previo, que permitan el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles - LMP

- b. No se transgredan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, ECA - Agua en el cuerpo receptor, según las disposiciones que dicte el Ministerio del Ambiente para su implementación.
- c. Las condiciones del cuerpo receptor permitan los procesos naturales de purificación.
- d. No se cause perjuicio a otro uso en cantidad o calidad del agua.
- e. No se afecte la conservación del ambiente acuático.
- f. Se cuente con el instrumento ambiental aprobado por la autoridad ambiental sectorial competente.
- g. Su lanzamiento submarino o subacuático, con tratamiento previo, no cause perjuicio al ecosistema y otras actividades lacustre, fluviales o marino costeras, según corresponda.

133.2 La Autoridad Nacional del Agua, dictará las disposiciones complementarias sobre características de los tratamientos y otras necesarias para el cumplimiento de la presente disposición.

Artículo 145. - Control de vertimientos autorizados

El control de los vertimientos que ejecuta la Autoridad Administrativa del Agua incluye visitas inopinadas a los titulares de las autorizaciones de vertimientos, a fin de cautelar la protección de la calidad de las aguas y verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización de vertimiento.

Artículo 146. - Vertimientos en sistemas de drenaje urbano o alcantarillado

Corresponde a la autoridad sectorial competente la autorización y el control de las descargas de agua residual a los sistemas de drenaje urbano o alcantarillado.

Artículo 239. - Perímetro de protección

La Autoridad Nacional del Agua dictará normas para la determinación de los perímetros de protección en toda fuente subterránea utilizada para el servicio de agua potable, dentro de los que se prohibirán o restringirán las actividades que puedan contaminar el recurso o pongan en peligro su seguridad, debiendo realizar las siguientes acciones:

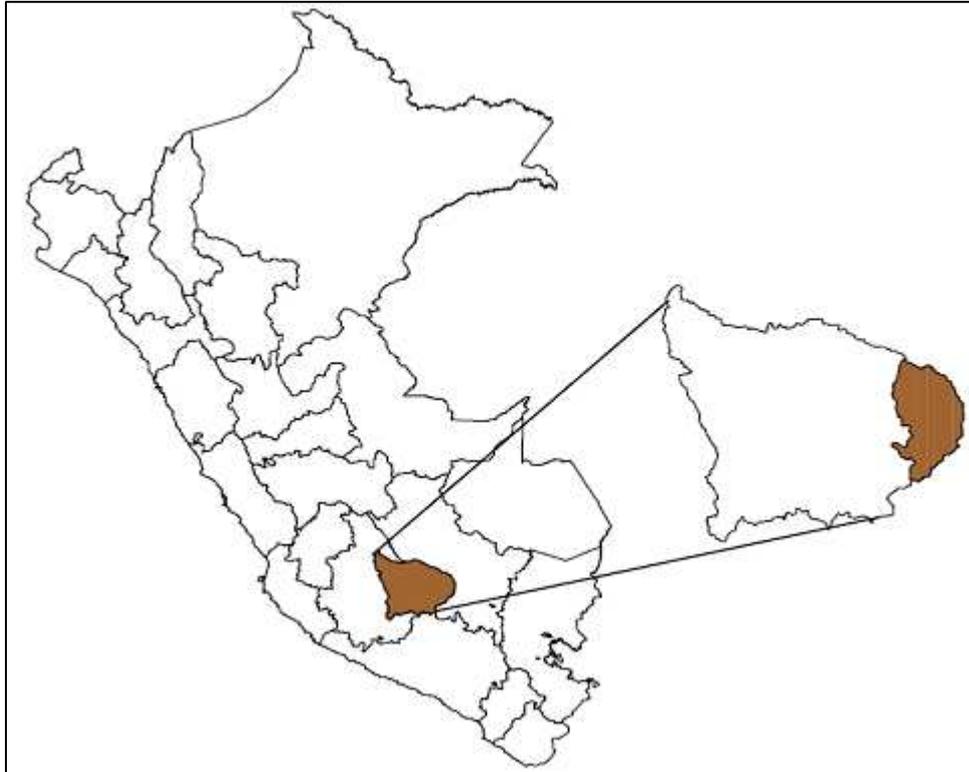
- a. Disponer que las aguas subterráneas sean sometidas periódicamente a análisis físicos, químicos y bacteriológicos, en laboratorios acreditados por INDECOPI.
- b. Prohibir la construcción y uso de fosas sépticas que permitan filtraciones que contaminen el acuífero.

IV. CARACTERIZACIÓN FÍSICO GEOGRÁFICO

COTABAMBAS

Ubicación geográfica:

GRAFICO N°01: UBICACIÓN GEOGRAFICA COTABAMBAS



La provincia de Cotabamba se encuentra ubicada en la Región Natural de la sierra Sur del Perú, su localización geográfica y administrativa pertenece a la Región Apurímac.

Su capital es el distrito de Tambobamba, cuyas coordenadas están comprendidos entre los 13°58'40" de latitud Sur y 76°10'30" de latitud Oeste del Meridiano de Greenwich; su ubicación en relación al nivel del mar, presenta una diversidad de altitudes, oscilando entre 2600 a 4800 m.s.n.m. La ciudad capital de la provincia se encuentra a una altitud aproximada de 3200 m.s.n.m.

Limita por el Norte y Este con el departamento del Cusco, por el Sur con el departamento del Cusco y parte de la provincia de Antabamba, por el Oeste con las provincias de Abancay, Grau y Antabamba.

Relieve y Superficie

La superficie de la provincia de Cotabamba es de 2612.73 km², la cual representa el 12.5% de la superficie total del departamento de Apurímac.

La provincia está constituida por seis distritos: Tambobamba, Cotabambas, Coyllurqui, Haquira, Mara y Chalhuanhuacho.

El distrito con mayor extensión territorial es la capital, es decir la ciudad de Tambobamba con una extensión de 722.23 km², con un 27.64% de la extensión provincial seguido de Haquira con 475.46 km². El distrito que se encuentra a mayor altura es Mara, con 3770 m.s.n.m., seguido del distrito de Chalhuahuacho con 3.698 m.s.n.m. y Haquira con 3671 m.s.n.m.

La configuración topográfica y geográfica del territorio de Cotabambas se encuentra formada por cumbres elevadas y quebradas profundas, que son de naturaleza Volcánica sedimentaria y plutónica.

Las rocas dominantes en la zona son las calizas, pizarras, conglomerados, lutitas, basaltos, andositos, granitos, granodiorita, diorita.

Presenta suelos de naturaleza rocosa pedregosa en su mayor parte, con pendientes por encima de 10° grados de inclinación, lo cual impide la explotación intensiva de la actividad agropecuaria.

Clima

Presenta una gran diversidad de climas y temperaturas que varían de acuerdo a las estaciones del año y a los diversos pisos ecológicos y altitudinales que van desde los 2600 m.s.n.m. y 4800 m.s.n.m., presentando un clima cálido en los valles, templado en las quebradas y áreas medias y frígido en la punas. Tiene temperatura máxima que varía de 20°C en el mes de febrero, hasta los 23°C en el mes de noviembre y una temperatura mínima que va desde 4°C en el mes de julio, hasta valores de 9°C en el mes de marzo, una temperatura media mensual, que varía desde 12°C en julio, hasta 15°C entre los meses de octubre y noviembre.

Geología

El cuadrángulo de Cotabambas se encuentra principalmente en el borde de la Cordillera Occidental, y escasamente en el límite Sur Oeste del Altiplano.

El Altiplano de la zona de estudio corresponde a una zona relativamente accidentada, ya que la presencia de fallas que la delimita con la Cordillera Occidental, han influenciado en la creación de relieves y depresiones importantes. Esta unidad morfoestructural se caracteriza por la presencia de rocas sedimentarias mixtas-continuales del Grupo Yuncaypata (Cretácico), las formaciones Quilque y Chilca, el Grupo San Jerónimo y la Formación Paruro del terciario, las que se hallan fuertemente plegadas.

Topografía

El lugar se encuentra dentro de las regiones naturales denominadas quechua y Suní; se trata de un valle de relieve encañonado e inclinado con tierras agrícolas, sembradas principalmente por maíz. Solo un 6% de tierras con aptitud agrícola son de cultivo y las 94% son tierras declaradas no agrícolas (por el tipo de suelo, aunque el uso real es mayor).

Suelos

La mayoría de los suelos carece de desarrollo genético, siendo escasos los que presentan cierto desarrollo. Son de morfología irregular, profundos a muy superficiales, de color pardo grisáceo, textura variable y con abundantes gravas y gravillas redondeadas y subredondeadas en el perfil y sobre la superficie del suelo.

En el paisaje montañoso, los suelos han sido originados a partir de materiales coluviales y coluvio-aluviales, localizados en laderas de colinas y montañas. Estos suelos presentan horizontes del tipo ACR y AR, con epipedónocrico en la mayoría de los casos. Asimismo, presenta piedras, gravas y gravillas angulares y

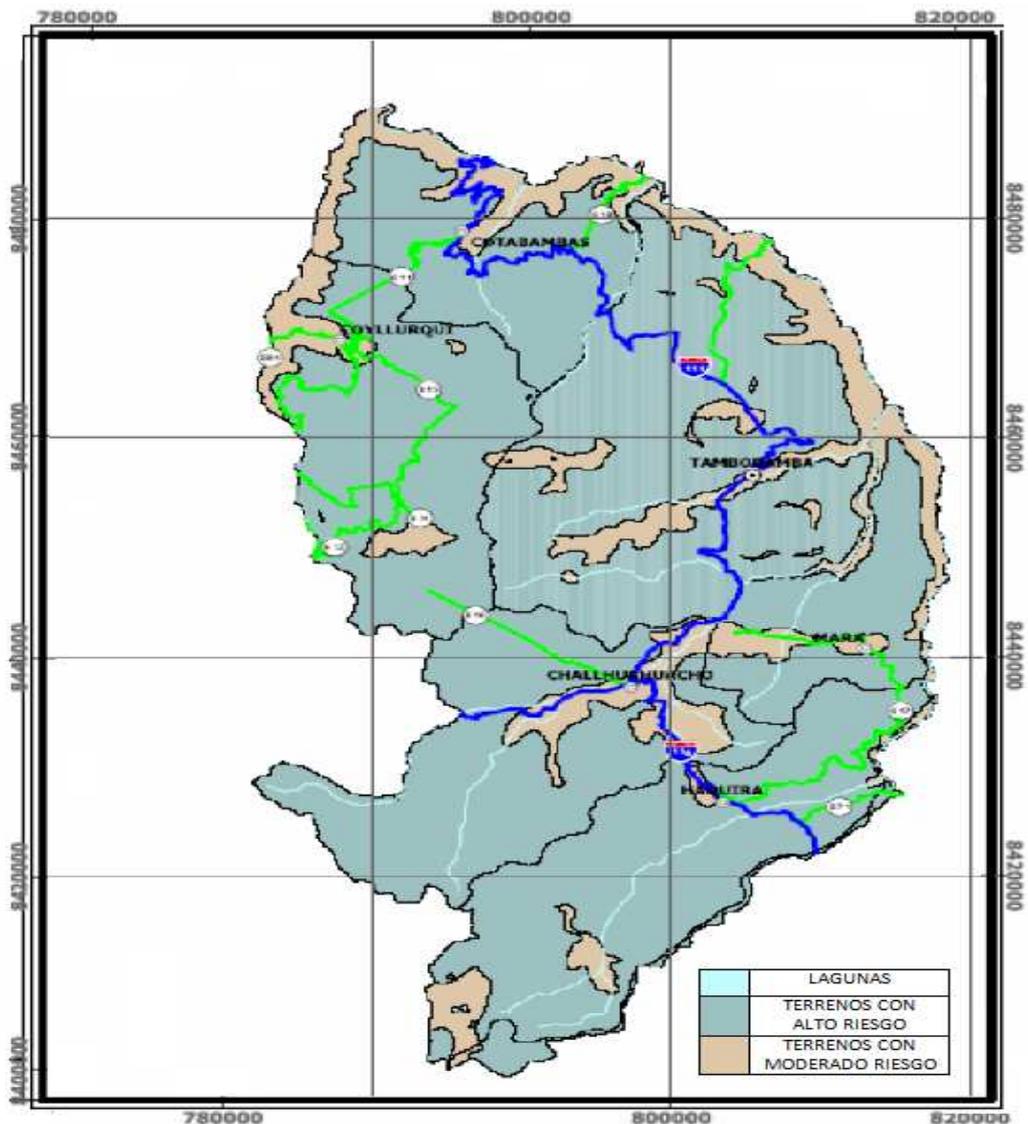
subangulares en cantidades variables, tanto en la superficie como en el perfil, siendo suelos superficiales a moderadamente profundos. Su textura al tacto va desde franca a arenosa. El drenaje es bueno a algo excesivo y la fertilidad natural es baja.

De acuerdo con la Clasificación Natural de los Suelos (ONERN, 1985), la región geodáfica sobre la que se asienta el proyecto es litosólica, siendo los suelos más representativos de esta clase dominante el Leptosoleutrico y Regosoleutrico. Se debe mencionar que esta clasificación es genérica, por lo que las aproximaciones reales de los suelos de la zona son cercanas.

Geomorfología

Cotabambas está constituida por un complejo fisiográfico originado por la orientación estructural de las cordilleras andinas y sus ramificaciones, concordantes con zonas mineras potenciales.

VULNERABILIDAD DE TIERRAS DE LA PROVINCIA DE COTABAMBAS



CHUMBIVILCAS

Ubicación geográfica

La provincia de Chumbivilcas se encuentra ubicada en la región Cusco, en el sur oeste; limita con las provincias de Paruro, Acomayo, Canas y Espinar de la región Cusco, con la Provincia de Cotabambas de la Región Apurímac y con las Provincias de la Unión Condesuyos y Cailloma de la Región Arequipa. Políticamente la Provincia de Chumbivilcas se encuentra dividida en ocho distritos: Santo Tomás Capital de la Provincia, Ccapacmarca, Colquemarca, Chamaca, Livitica, Llusco, Quiñota y Velille; comprende a 728 centros poblados y 78 comunidades campesinas reconocidas.

Su topografía es variada y muy accidentada, presentando valles interandinos fértiles, predominando en ellos suelos de formación glacial, volcánica y aluvial. Su orografía está determinada por los ríos que la atraviesan (Santo Tomás, Velille y Livitica) que dan origen a tres sub cuencas hidrográficas de importancia, constituyéndose en afluentes del río Apurímac.

Fuente: Diagnostico de la provincia de Chumbivilcas 1999

Altitud

Chumbivilcas es una de las 13 provincias de la región Cusco, con una extensión territorial de 5,371.08 Km², que la sitúan como la cuarta provincia más extensa, representando el 7.47% del territorio de la región Cusco, siendo Santo Tomás el distrito de mayor extensión con 1,924.08 Km², y el de menor extensión Quiñota con 221.05 Km².

EXTENSIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DISTRITO	EXTENSIÓN TERRITORIAL (Km²)	UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
		Altitud (m.s.n.m)	Latitud Sur	Longitud Oeste
Santo Tomás (CAPITAL)	1,924.08	3660	14° 26` 45``	72° 04` 50``
Ccapacmarca	271.81	3565	14° 00` 16``	71° 59` 58``
Colquemarca	449.49	3575	14° 16` 51``	72° 02` 24``
Chamaca	674.19	3754	14° 17` 57``	71° 51` 05``
Livitica	758.2	3741	14° 18` 28``	71° 41` 18``
Llusco	315.42	3525	14° 20` 05``	72° 06` 41``
Quiñota	221.05	3590	14° 18` 29``	72° 08` 05``
Velille	756.84	3730	14° 30` 18``	71° 53` 06``
TOTAL PROVINCIAL	5,371.08			

Su geografía accidentada presenta una diversidad de pisos ecológicos que se distribuyen desde una altitud de 5,438 m.s.n.m, hasta los 2,550 m.s.n.m y Llusco como la de menor altitud con 3,525 ms.n.m. Dentro de este rango altitudinal la zona alto andina, compuesta por valles, quebradas, laderas y extensas llanuras, es el espacio donde se desarrollan en mayor medida las actividades sociales y económicas de la población.

Su ubicación geográfica se encuentra entre las coordenadas:

- 14° 00` 16`` y 14° 30` 18`` de latitud sur

- 71° 41` 18`` y 72° 08` 05`` de longitud oeste

Los límites de la provincia son los siguientes:

- Por el norte: Con las provincias de acomayo y Paruro de la Región Cusco y Cotabambas de la Región Apurímac
- Por el oeste: Con la provincia Cotabambas de la Región Apurímac
- Por el sur: Con las provincias la Unión y Condesuyos de la región Arequipa
- Por el este: Con las provincias Espinar y Canas de la región Cusco

Clima

La provincia de Chumbivilcas, cuenta con una diversidad de pisos ecológicos que se distribuyen desde una altitud de 5,438 m.s.n.m. hasta los 2,550 m.s.n.m. la que determina la existencia de climas variados a lo largo del año. Al igual que las localidades altas de la sierra peruana, disminuye la temperatura conforme aumente la altitud, además de una intensa radiación solar y la dificultad para conservar el calor por la baja humedad atmosférica, factores determinantes para los cambios drásticos de temperatura entre el sol y la sombra o entre el día y la noche.

RELIEVE

De acuerdo a la “zonificación agroecológica para el centro sur del Perú”, elaborado por Tapia en 1994, en la Provincia de Chumbivilcas se puede identificar tres pisos ecológicos:

Piso Alto: Son tierras que se ubican por encima de los 4000 m.s.n.m. y abarca las regiones puna semi húmeda y puna semi árida, cuyas principales características son: geomorfología de origen glaciar, topografía suave y ondulada en escasas extensiones. Según Pulgar Vidal la temperatura media anual es 0.7 °C (mínima: - 25 °C y máxima: 22 °C), con precipitaciones entre 500 – 1350 m.m. en estas zonas se encuentran las cabeceras de las cuencas, constituyéndose en áreas de captación y almacenamiento de agua, formándose las lagunas, cuyas aguas discurren por las quebradas y manantes. En sus suelos predominan los pajonales, el ichu, qeuña, chillihua, berro, totora, tintanca, huamanpina, entre otros. Según CICDA (1987), también se ubican los laymes donde se cultivan los tubérculos andinos, cebada, quinua y haba.

Piso Medio: este piso corresponde a los suelos ubicados entre los 3000 hasta los 4000 m.s.n.m., comprende las regiones suni, quechua alta y parte de quechua baja o sub árida. Estos suelos presentan una geomorfología de origen fluvial, topografía abrupta con quebradas estrechas y fuertes pendientes. La temperatura media anual oscila entre 7 °C a 16 °C (mínima: - 16 °C, máxima: 29 °C), y la precipitación varía entre 450 a 1000 m.m. sus suelos son mayormente de uso agrícola, donde la erosión y la degradación son notorias, y como consecuencia presentan suelos superficiales y poco productivos. Según CICDA en este piso se cultiva maíz, trigo, habas, quinua, tarhui y frutales entre otros; admas allí predominan las especies arbóreas: aliso, lambran, retama, capulí, eucaliptos, cipreses, pinos, quinual, qishuar, cantuta, cachua, entre otras.

Piso Bajo: corresponde a los suelos ubicados entre los 2550 y los 3000 m.s.n.m. y presenta suelos de la región quechua baja. Corresponden a tierras de vertientes y piso de valle y la parte baja de las quebradas de los ríos. Los suelos agrícolas corresponden a pequeños rellenos de suelos coluviales en las laderas, llanuras y terrazas aluviales, son escasos y se encuentran en proceso de degradación, por lo tanto son tierras superficiales, poco fértiles.

Asimismo, la provincia presenta una topografía heterogénea y accidentada, que en conjunto ofrecen un panorama que puede dividirse desde el punto de vista geográfico en las siguientes unidades:

DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE KM ²	%	TOPOGRAFÍA CARACTERÍSTICAS
FONDOS DE VALLE	123,54	2,3	Accidentada, proceso erosivo.
ALTIPLANICIES	359,86	6,7	Llana con pocos accidentes.
ALTIPLANICIE DISECTADAS	2159,18	40,2	Relieve de colinas altas.
VERTIENTES DE VALLE	886,23	16,5	Procesos de erosión activos.
VERTIENTES MONTAÑOSAS	1842,29	34,3	Accidentado, erosión alta.
TOTAL	5371,10	100	

V. PELIGROS NATURALES

a. Sismos

Además de la sismicidad asociada al proceso de subducción de la placa de Nazca por debajo de la Placa Continental, existe también otra sismicidad, de carácter local, producida por deformaciones y está asociada a las fallas tectónicas activos existentes en el Perú. Estos sismos locales y regionales tienen una menor frecuencia y magnitudes moderadas, pero por producirse muy cerca de la superficie, tienen un gran poder destructivo. La región Cusco se halla dentro del área de influencia de estos últimos tipos de sismos.

Debido a su ubicación próxima a la zona de convergencia de las placas Nazca y Sudamericana, así como por su ubicación en la zona Sur del Perú, la Región Apurímac ha sido afectada por muchos movimientos sísmicos profundos y superficiales desde la antigüedad.

b. Deslizamientos, derrumbes y huaycos

Los deslizamientos constituyen rupturas de grandes masas de suelos, rocas, rellenos artificiales o combinaciones de estos, que se desplazan pendiente abajo y hacia fuera, en un talud natural o artificial. En cambio, los derrumbes constituyen caídas repentinas de una porción de suelo o roca por pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante, ocurren por lo general en taludes de fuertes pendientes y condicionados a la existencia de grietas.

c. Inundaciones

Las inundaciones se producen por desborde de ríos, que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y su capacidad de carga, cubriendo temporalmente los terrenos bajos adyacentes a las riberas. Las condiciones que favorecen la ocurrencia y afectación por inundaciones son:

- La erosión y deforestación de las cuencas debido a inadecuadas prácticas de cultivo y a la extracción de madera que continúa sin control, así como el sobrepastoreo.
- La ocupación urbana sobre terrazas de inundación, reduce el área disponible para absorber la lluvia y la capacidad del cauce para transportar el agua, elevando su nivel y creando riesgo de inundación, como también de erosión del lecho del río.

d. Derrumbes

Debido a la fisiografía del terreno, se produce la caída repentina de porciones de suelo, roca o material no consolidado, por pérdida de resistencia al esfuerzo

cortante y a la fuerza de la gravedad, sin presentar planos de deslizamiento. Este fenómeno está condicionado a la presencia de discontinuidades o grietas en el suelo con ausencia de filtraciones, acuíferos no freáticas, especialmente en temporadas de precipitaciones pluviales por la topografía abrupta y fuerte pendiente de los suelos, presencia de depósitos coluviales (suelos deleznable, sueltos e inconsolidados), que se encuentran en proceso de consolidación, este evento ocurre en su mayoría en los taludes de los cortes de carreteras.

e. Deslizamientos

En la región los deslizamientos son movimientos repentinos de materiales, las características depende de la pendiente y tipo de suelos en la superficie terrestre. Las fuerzas de erosión constantemente buscan remover material de las áreas altas y re-depositarlo en las áreas bajas. A veces la erosión actúa en una forma lenta, continua, casi imperceptible (por ejemplo, el transporte del sedimento de las corrientes y el lento arrastre de éste, aguas abajo). Otras veces la erosión actúa en una forma abrupta y catastrófica, los deslizamientos son los más comunes de los peligros naturales destructores. El inicio de estos desplazamientos se produce en el momento en que el esfuerzo de cizalla (corte) supera el valor del esfuerzo normal en dicha superficie. Cuanto mayor sea la pendiente, mayor es la componente de cizalla y los deslizamientos serán más frecuentes. De esta manera es frecuente que durante la temporada de lluvias intensas se produzcan estos fenómenos.

f. Sequías

Se califica como sequía, a cualquier periodo de deficiencia de humedad que está por debajo de lo normal para un área específica, y que supone insuficiencia de agua para satisfacer las necesidades de los elementos bióticos locales por un periodo prolongado (agua requerida para plantas, animales y necesidades humanas). Esta fase anormal de tiempo seco suficientemente prolongado en que se produce la falta de precipitación en zonas normalmente lluviosas, causa un grave desequilibrio hidrológico, afecta la actividad agropecuaria e incluso el abastecimiento normal de agua potable en las ciudades.

Las sequías se presentan con frecuencia e intensidad irregular y al igual que las heladas, friaje y granizadas, configuran el panorama de riesgos climáticos que enfrenta la actividad agropecuaria de las zonas altoandinas por encima de los 3,000 msnm, donde el 80% de las tierras son de pastoreo, son escasas las tierras de cultivo, a pesar de lo cual el 70% de la población económicamente activa de esos lugares se dedica a la agricultura y la ganadería. La probabilidad de que dicho riesgo desemboque en un desastre, está en relación directa a la poca capacidad de la sociedad para adoptar políticas de desarrollo y acciones de prevención que absorban socialmente las pérdidas económicas.

VI. FRECUENCIA Y MAGNITUD DE LOS EVENTOS NATURALES

CHUMBIVILCAS - CUSCO

a. Sismos

La región Cusco está atravesada por un serie de fallas tectónicas, siendo las más conocidas: la falla de Tampumachay localizada al norte de la ciudad a unos 15 kms y es el origen de muchos de los sismos superficiales y de gran impacto. Es muy extensa la historia de los sismos en Cusco. Las crónicas hacen referencia a varios terremotos ocurridos en los siglos XVII y XVIII que afectaron la ciudad de Cusco, destacando el del 31 de marzo de 1650 que fue altamente destructivo (X en la escala de Mercalli).

En la región Cusco han ocurrido fuertes movimientos sísmicos en 1707, en 1746, 1938, en 1939, en 1941, en 1943, en 1950, en 1961 y 1965, en 1980, en 1986, en 1995 y el último movimiento sísmico, registrado el 8 de agosto de 2003, fue en la localidad de Ccapaqmarca (Provincia Chumbivilcas) de una magnitud moderada de 4.6 grados en la escala de Mercalli, afectando los distritos de Ccapi, Omacha y Accha en la provincia de Paruro.

Considerando la historia sísmica en esta región y la existencia de fallas geológicas regionales y locales se concluye:

Alto peligro sísmico: Una provincia: Cusco, debido a fallas tectónicas activas que se encuentran próximas.

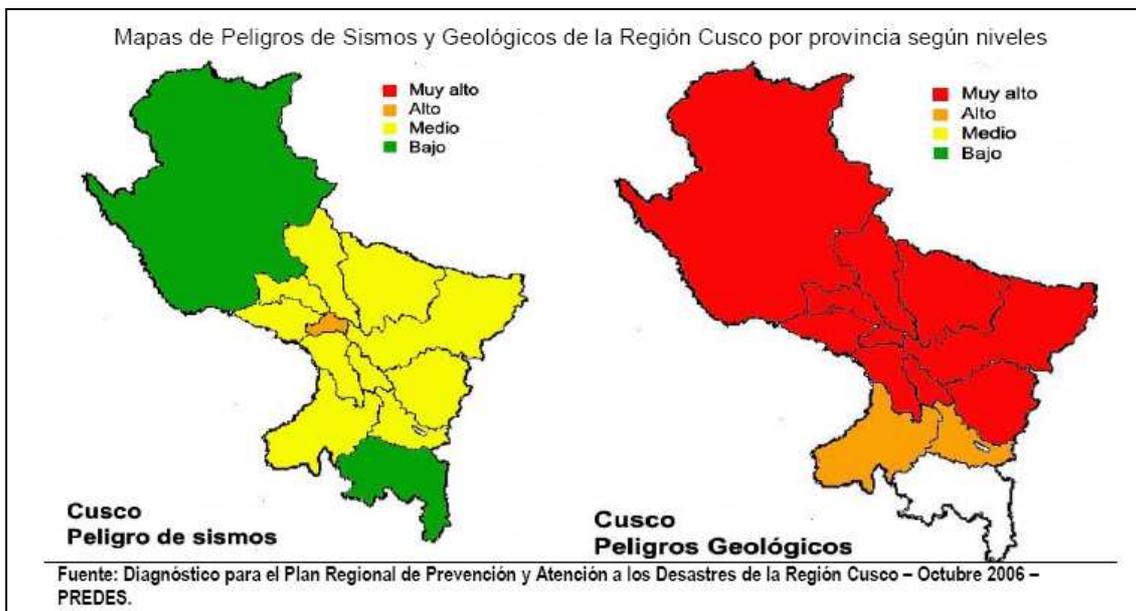
Mediano peligro sísmico: 10 provincias: Acomayo, Anta, Calca, Canas, Canchis, Chumbivilcas, Paruro, Paucartambo, Quispicanchi y Urubamba.

Menor peligro sísmico: Las provincias de Espinar y la Convención

b. Sequías

Cusco es un territorio propenso a sequías. Escenarios de sequías son las provincias altoandinas como Chumbivilcas, Canas, Espinar y Canchis, así como Anta, Paruro, Acomayo parte de Quispicanchis. La ausencia de precipitaciones ocasiona la carencia de pastos naturales y agua afectando a la población, la ganadería y los cultivos. En la década de los 60 afectó severamente a las provincias de Espinar y Chumbivilcas. Durante el período 1982/83, la sequía afectó a todas las provincias altas de Cusco, con un fuerte impacto social.

Existe mayor probabilidad de sequías en 9 provincias; Cusco, Acomayo, Anta, Canas, Canchis, Chumbivilcas, Espinar, Paruro, Quispicanchis.



Los períodos de sequía que afectó a la región Apurímac dentro de las registradas son: los años comprendidos entre 2002 a 2003; de 2003 a 2004 y el año 2004 a 2005, en los meses octubre noviembre y diciembre, en el que se registro gran numero de mortandad de animales como son alpacas, equinos, ovinos por falta de agua y pasto.

c. Heladas, Granizadas y Friaje.

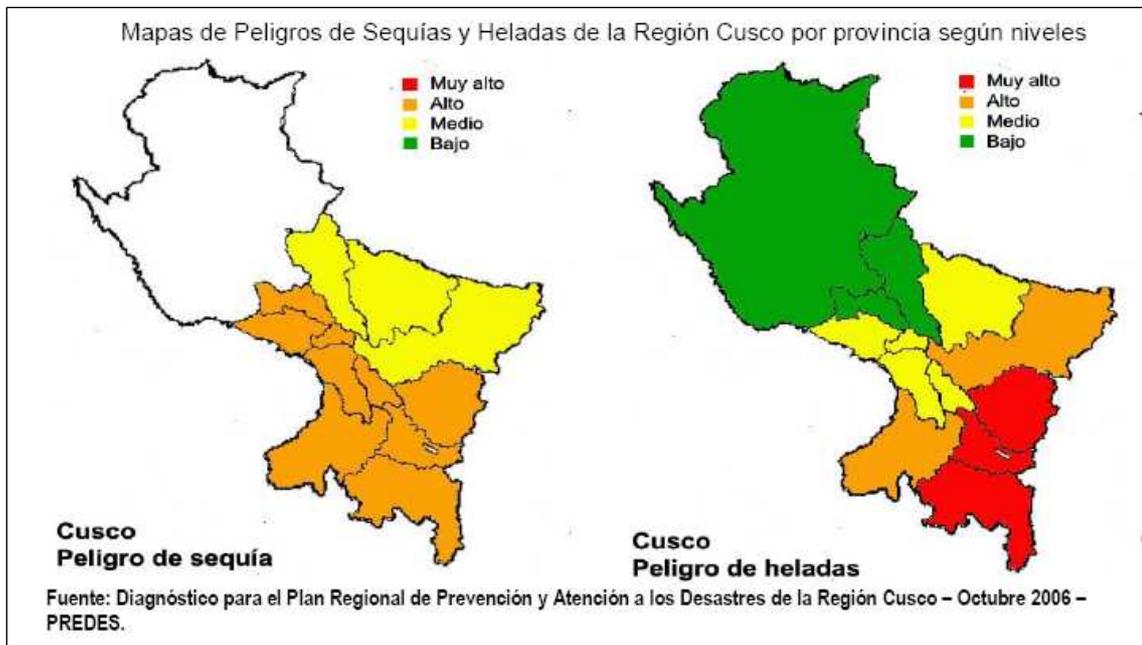
En general, las heladas meteorológicas se acentúan en el mes de mayo a julio, siendo las más afectadas las provincias altas de la región (Espinar, Canas,

Canchis, Chumbivilcas). Las heladas, nevadas y olas de frío son un peligro potencial para la salud de las personas, para la agricultura, ganadería y en general para los medios de vida (flora y fauna). Las bajas temperaturas en la estación de invierno, acompañadas de lluvias y nevadas causan daños de consideración especialmente en la población pecuaria y la agricultura:

Las granizadas son eventos que ocurren con frecuencia especialmente en las zonas altoandinas ocasionando destrozos de los cultivos en pocos minutos.

Las provincias con mayor frecuencia y magnitud de heladas son 3: Canas, Canchis y Espinar.

Siguen Chumbivilcas y Quispicanchis. Todas las provincias altas del Cusco, especialmente las que limitan con Arequipa y Puno, sufren de muy bajas temperaturas. De acuerdo a los estudios del SENAMHI, estas áreas del territorio tienen un amplio período del año propenso a presentar la helada.



COTABAMBAS - APURIMAC

a. Heladas, Granizadas y Friaje.

Las zonas alto andinas de la Región Apurímac, en los últimos años registran heladas y granizadas, en el primer caso es el descenso de la temperatura del medio ambiente por debajo del punto de congelación (0°C); y en el segundo caso, son precipitaciones sólidas por cambio brusco de temperatura. Estos fenómenos se están presentando con cierta periodicidad, causan daños a la población, con incremento de enfermedades respiratorias:

Neumonía en especial, que afecta a la población infantil y senectud; afecta así mismo a la actividad agropecuaria: destrucción de los cultivos y mortandad de animales, ganado vacuno, equinos en especial a camélidos con enfermedad y falta de pastos. Este fenómeno es recurrente ya que se presenta en forma periódica en las provincias de la región Apurímac.

b. Inundaciones

Esta ocurrencia se da en quebradas y ríos, de moderada a fuerte pendiente; se presentan con lluvias estacionales en forma eventual o periódica, están relacionados con las variaciones climáticas como el fenómeno de El Niño. Se

producen por desbordes del cauce natural de las aguas de los ríos, cubren temporalmente las áreas adyacentes (cultivos, poblaciones, etc.), tales ocurrencias se observan en las cuencas de los ríos Chumbao (Andahuaylas), Pachachaca (Abancay), río Chalhuanca (en Aymaraes), río Palcaro – Tambobamba (Cotabambas), esta última viene generando inundaciones en los terrenos maizales y constituye una amenaza para la población por cuanto este río, pasa por el medio de la ciudad (Palcaro).

Vientos fuertes.- Estos eventos mayormente se presentan en las lomadas en zonas alto andinas de la región y en las quebradas en el que están ubicadas los asentamientos humanos de mayor concentración como son los capitales de provincias: Andahuaylas, Grau y Antabamba, así como Cotabambas, produciendo daño a las viviendas predominantemente a las de construcción precaria de adobe y con techos de paja y calamina, los que se ven afectados por la pérdida de cobertura.

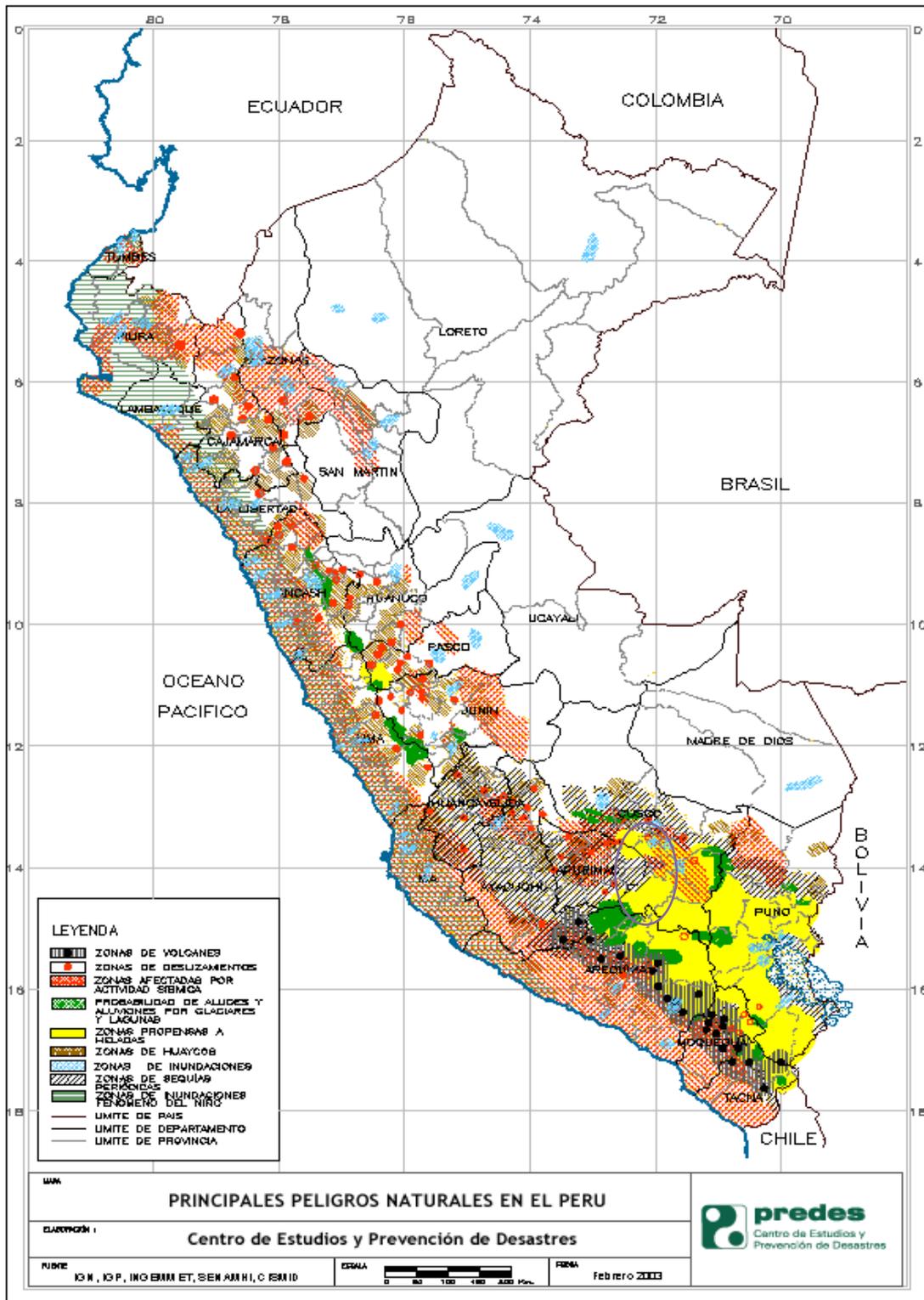
c. Sismos

La información histórica dentro de la región muestra que los terremotos en realidad han destruido poblaciones y han forzado la reubicación de poblados. La mayoría de los daños de terremotos viene de deslizamientos causados por los temblores de la tierra.

Debido a su ubicación próxima a la zona de convergencia de las placas Nazca y Sudamericana, así como por su ubicación en la zona Sur del Perú, la Región Apurímac ha sido afectada por muchos movimientos sísmicos profundos y superficiales desde la antigüedad. La sismicidad histórica indica que en el sur del país se han registrado sismos desde el año 1582 con magnitudes que han superado los 7.5 grados en escala de Richter, con consecuencias graves, que se han sentido hasta el centro del Perú. Desde, el 13 de Agosto de 1868 en el que hubo un sismo de grado 8.6, hasta la fecha se viene viviendo un SILENCIO SISMICO.

ANTECEDENTES DE SISMICA EN EL DEPARTAMENTO DE APURIMAC

LUGAR	DAÑOS Y AREA AFECTADA	FECHA
CUSCO	Terremoto del Cuzco, cuyos efectos se ha notado en la ciudad de Abancay y Andahuaylas	31/01/1650
AYMARAES	Terremoto en el pueblo de Aymaraes y poblaciones aledañas	24-03 –1739
ABANCAY	Terremoto ocasionado en Huamanmarca, al SW de Abancay, cuyo pueblo quedo desolado a consecuencia de este fenómeno	1847
ANDAHUAYLAS	Terremoto ocasionado en Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo	13-04-1862
ABANCAY	Fuerte sismo en Abancay a las 21.30 produciendo averías en muchas edificaciones con 27 replicas hasta las 06 a.m. del día siguiente	05-12-1875
AYMARAES	Violento sismo en la provincia de Aymaraes, puente Huayquipa, Sañayca, con daños en Colcabamba, Amoray, murieron mas de 150 personas con replicas en Chalhuanca, Abancay con daños en las construcciones	04-11-1913
AYMARAES	Sismo destructor en Soraya, Mosecco, Sañayca, Toraya: ubicados al margen izquierdo del río Pachachaca. Los deslizamientos destruyeron diversos tramos en la carretera Abancay Chalhuanca	14-10 –1971
COTABAMBAS	Sismo de regular intensidad con destrucción de algunas viviendas y daños materiales	10-07-1870
COTARUSE – AYMARAES	Sismo de regular intensidad con afectación de construcciones	16-06-1994
ANTABAMBA	Sismo de 6.2 en la escala de Richter con daños materiales en construcciones de viviendas, replicas en los dist. Mollebamba, Calcauso, Silco, Vito, y CC. Chuñohuacho, Jococho, Curanco y Prov. Grau, con daños en el distrito de Vilcabamba.	08,09,10-08 2001



Se puede resumir de la siguiente manera:

1. La Región Cusco es un territorio escenario de diversas manifestaciones de la naturaleza, algunas de las cuales debido a su magnitud, constituyen peligros para la vida humana y el hábitat. Los peligros que ocurren con periodicidad anual son las inundaciones, deslizamientos, derrumbes y huaycos, los cuales se presentan durante la temporada de lluvia: diciembre a marzo.

Las heladas y granizadas, ocurren en varios momentos durante el año y tienen un gran impacto sobre los medios de vida de la población rural, sobretodo la agricultura.

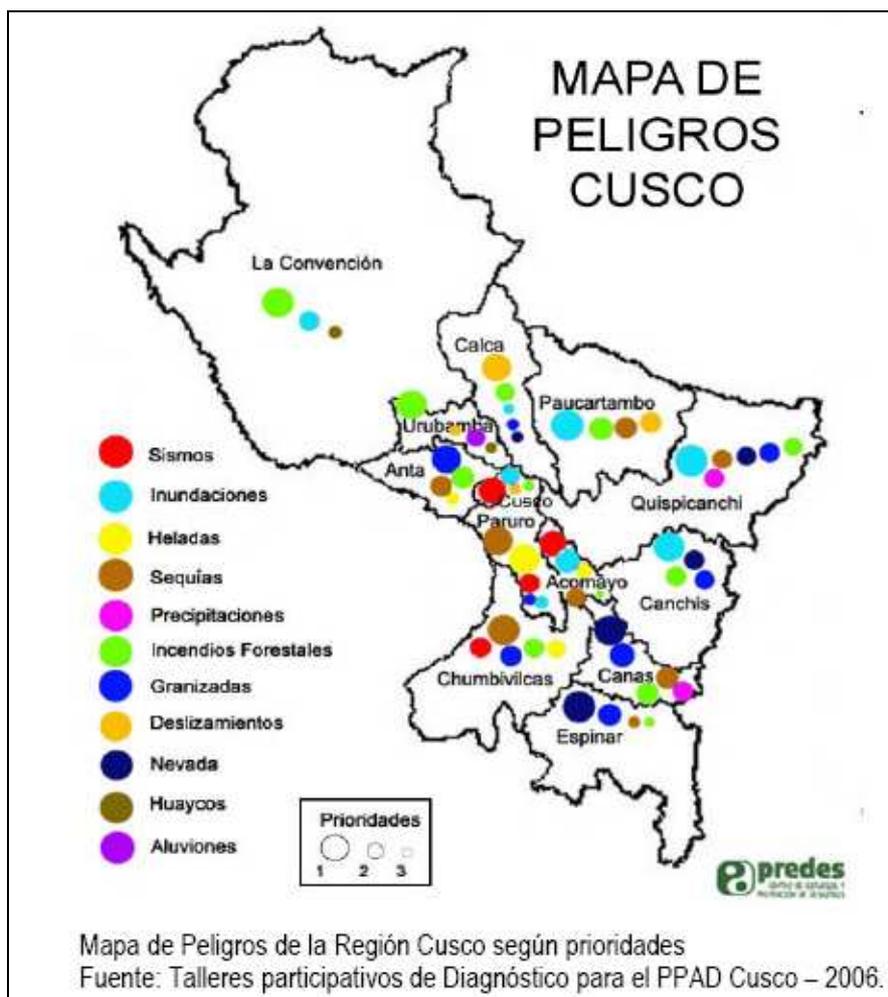
Las nevadas y olas de frío intenso (denominados friajes), se presentan entre mayo y agosto, siendo muy intensos algunos años, los mayores impactos se sienten en las provincias altoandinas por encima de 4000 msnm, pero excepcionalmente, también se han dado en zonas hasta 3,400 msnm.

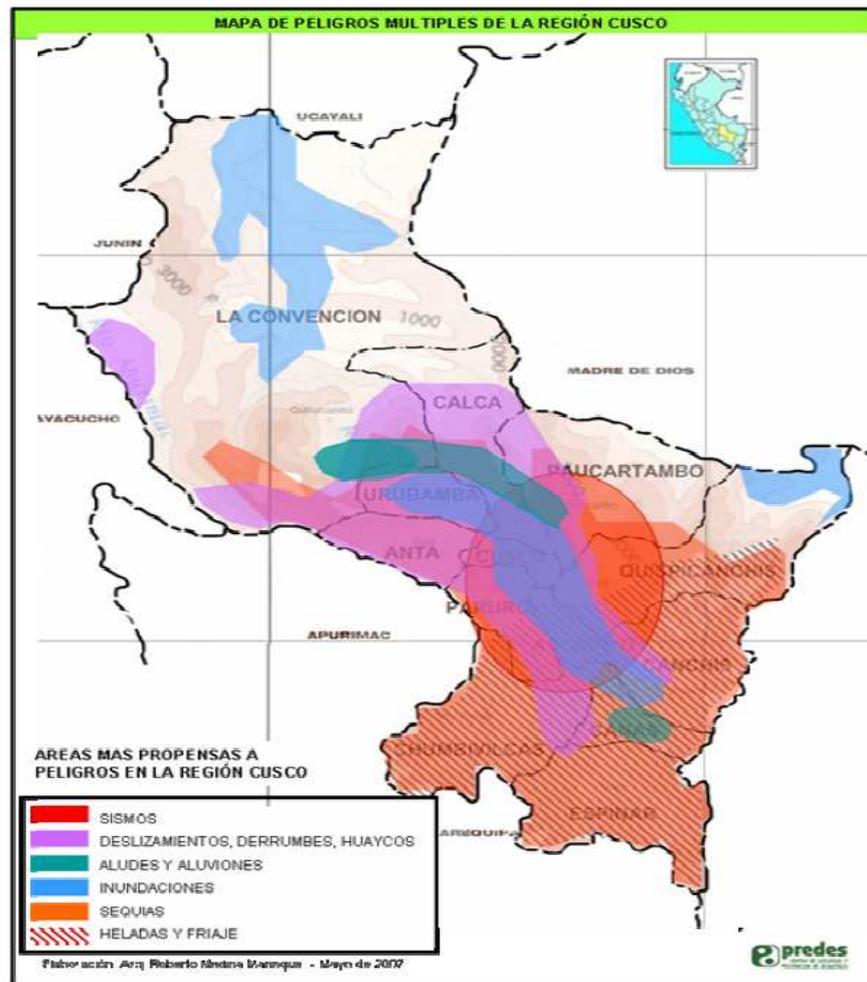
Las sequías se presentan más esporádicamente, abarcan gran parte del territorio regional, se manifiestan como un déficit de precipitaciones, en la temporada del año que corresponde a lluvia. La sequía puede prolongarse durante varios años continuos.

En determinadas zonas de fallas geológicas se producen movimientos sísmicos, generalmente superficiales, que a pesar de no tener un amplio radio de afectación, son suficientemente fuertes para causar destrucción.

2. Según las características fisiográficas y climáticas de la región, corresponden determinados eventos naturales.

En las provincias altoandinas los peligros de mayor importancia son las heladas, nevadas, granizadas y sequías.





Mapa de multipeligros de la Región Cusco – Elaboración PREDES

En el caso de Apurímac, en el entorno regional existen condiciones naturales que favorecen la ocurrencia de peligros naturales, como la deficiente ubicación de las comunidades campesinas, carente de servicios básicos, con una mala distribución espacial urbana, sin medidas de seguridad, lo cual ayuda la recurrencia de estos eventos. Las poblaciones más pobres y de menor o nulo desarrollo son más vulnerables. Las transformaciones del medio ambiente por acciones humanas intensifican y desencadenan procesos Geológicos – Geodinámicos geomorfológicos, que pueden ocasionar desastres en zonas vulnerables.

VII. EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL DE LA ZONA

Se identificaron los principales peligros ambientales de tipo natural ocurridos o con probabilidad de ocurrencia, así mismo también se identificaron los asentamientos urbanos vulnerables ante un determinado peligro físico natural, los cuales serán descritos brevemente a continuación:

7.1. Peligros Físico Natural:

Generados por fenómenos naturales ocurridos por procesos dinámicos en el interior de la tierra y poblaciones vulnerables:

Sismos: Según la Norma Peruana E.030-97 de Diseño Sismorresistente, el territorio nacional se encuentra dividido en tres zonas sismogénicas.

Esta zonificación se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada durante muchos años en el país, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como información geotectónica.

Todas las localidades de este estudio se encuentran en la Zona 2 que indica que se encuentran en una zona con probabilidad de ocurrencia media.

También se puede mencionar que se encuentra en una zona que según registros efectuados por el INDECI hay mayor ocurrencia de sismos con Intensidades VI, VII y VIII a escalas de Mercalli.

7.2. Peligros naturales generado por fenómenos naturales ocurridos por procesos dinámicos en la superficie de la tierra y asentamientos urbanos vulnerables:¹

Ocurrencia de deslizamientos y huaycos en la época de lluvia, debido a que las fuentes de abastecimiento de agua potable se encuentran en laderas empinadas, esto puede afectar la base de la infraestructura u obstruir su salida.

7.3. Peligros naturales generados por fenómenos naturales de tipo meteorológicos o hidrológicos:

Inundaciones por desborde de los ríos, este evento es de baja probabilidad debido a que las fuentes de agua en el caso de las localidades de la provincia de Chumbivilcas se encontraban por encima de los 3559 msnm y el río Santo Tomas esta en el nivel de 3212 msnm, una diferencia de 347 metros de altura.

Y en el caso de las localidades de Cotabambas las fuentes de agua se encuentran por encima de los 3791 msnm y el río Tambobamba se encuentra en el nivel de 3252 msnm con una diferencia de cotas de 539 metros, debido a las pendientes encontradas en la zona es poco probable que ocurra un evento que llegue a incrementar el nivel de los ríos hasta el punto de afectar las infraestructuras de las fuentes de agua para consumo.

Asimismo, podemos mencionar que esa zona no presenta peligros por inundación según el Mapa Geodinámico elaborado por el INGEMMET. ANEXOS LAMINA Nº P3.

7.4. Vulnerabilidad de las fuentes de agua de la zona del Estudio

La ubicación geográfica del ámbito de estudio es una zona de altitud que varía entre 3200 a 3900 msnm, con quebradas pronunciadas y una topografía con laderas de fuerte pendiente, que hacen dificultoso el adecuado

¹ Se considera de esta manera a los que afectan en forma importante la estabilidad de los taludes (Cambios de la topografía y cargas del talud, Excavaciones de cortes y caminos, pérdida de ecosistemas naturales debido a la ocupación del territorio de manera informal, Procesos de erosión urbana, entre otros).

mantenimiento de las fuentes de agua, situación que lleva a desproteger las fuentes de agua, por tanto su degradación y posterior desaparición.

Las actividades en la zona, así como el uso doméstico del agua en las localidades está generando una presión sobre el recurso hídrico, no sólo superficial también subterráneo, el cual está siendo realizado de una manera extractiva, y la población ya está sintiendo la escasez, que incrementado con los efectos del calentamiento global, van a generar una escasez más fuerte del recurso.

La vulnerabilidad de las fuentes de agua frente a la contaminación difusa de origen agropecuario se relaciona a la facilidad con la cual el contaminante de tipo fecal, aplicado en o cerca de la superficie del suelo, puede migrar al agua subterránea ó a las fuentes de agua sin protección.

CUSCO

- Quiñota: existe pastoreo cerca a la fuente de agua.
- Llusco B: Existe tres fuentes, los cuales no presentan cerco perimétrico, ni mantenimiento.
- Santo Tomas A: Cerca a las fuentes de agua se realiza pastoreo de vacunos; asimismo la fuente no tiene cerco perimétrico que lo proteja y la infraestructura es inadecuada. Esta localidad tiene una planta de tratamiento de agua potable.
- Santo Tomas B: Esta localidad posee una planta de tratamiento de agua potable, la cual carece de operación y mantenimiento, tiene sus estructuras deterioradas, no tiene cerco perimétrico que impida su acceso libre. La fuente de captación tiene compuertas metálicas que se encuentran en mal estado, asimismo su inaccesibilidad, por lo abrupto del terreno, lo vuelve muy vulnerable a derrumbes y deslizamientos.
- Microcuenca Santo Tomás: Se ha encontrado que los animales domésticos de la zona van a beber agua al río.
- Huisuray: La fuente de captación se encuentra sin cerco perimétrico. Asimismo, se observó que tiene operación y mantenimiento deficiente, también el pastoreo de ganado se realiza muy cerca de la fuente.
- Como resultado de los análisis realizados a las fuentes de agua se ha encontrado que presenta valores de coliformes altos y no cuentan con concentraciones de pesticidas en el agua utilizada para consumo humano, solo en la localidad de Huisuray se encontró que la concentración de hierro sobre pasa al valor límite establecido, esto puede deberse a la influencia del suelo en la zona en estudio.

APURIMAC

- Mara: Al momento de la visita el reservorio se encontraba sin operación debido a que el caudal de agua en la captación se encontraba en un nivel bajo. Asimismo, los manantes no tienen protección y cualquier persona o animal puede tener acceso a estos, con el peligro de contaminar la fuente.
- Huaquira B: La captación carece de cerco perimétrico, lo cual representa una posible causa de contaminación de la fuente por presencia de actividades de pastoreo y ausencia de desinfección en la misma.
- Chalhuhhuacho: En este lugar el reservorio no se encuentra funcionando correctamente, debido a que hay una fuga por las tuberías de conducción.

- Río Tambobamba: Existe disposición inadecuada de los residuos sólidos en sus riberas. También, las aguas residuales domésticas de las localidades aledañas al río, son descargadas sin tratamiento alguno.
- Como resultado de los análisis realizados a las fuentes de agua se ha encontrado que el pH es alto en las localidades de Haquira A y Tambobamba, esta acidez se podría deber a las propiedades del suelo de la zona, los valores de turbiedad y el hierro son altos en la localidad de Tambobamba, esto también puede deberse a características naturales del suelo de la zona. El valor de coliformes sobrepasan en todas las localidades.

7.5. Percepción de la población

La población y las autoridades locales perciben los efectos del cambio climático, que se manifiestan en la distribución de las lluvias y la escasez de las mismas, afectando la distribución de la flora y fauna.

No tienen el conocimiento de herramientas y alternativas para diseñar y aplicar políticas adaptativas en la producción ganadera, agropecuaria y forestal; y en la provisión de servicios y manejo sostenible de los recursos naturales, existe una carencia de información sobre las diferentes dimensiones de los problemas y el rango de vulnerabilidades asociados al cambio climático, lo cual se agrava por el bajo nivel de conciencia del problema en la población.

La percepción de los pobladores considera que el principal problema de saneamiento es la carencia del agua, debido a la reducción de las fuentes de agua (manantes y aguas superficiales permanentes).

A continuación se listan los principales problemas enumerados por los pobladores de la zona:

- o Escasez de agua (disminución de los caudales).
- o Uso irracional de agua.
- o Infraestructura inadecuada para el abastecimiento de agua potable, alcantarillado y disposición sanitaria de excretas en los centros poblados.
- o Débil capacidad de gestión empresarial de las organizaciones.
- o Debilidad de las organizaciones para garantizar la operación, mantenimiento de la infraestructura sanitaria.
- o Capacitadores con débiles conocimientos y metodologías (por ejemplo, si bien las JASS son capacitadas, no se refleja lo enseñado en las comunidades).
- o No se cuenta con un Plan de Manejo de Residuos Sólidos
- o Baja/mala calidad del agua para consumo. Por ejemplo, a veces el agua viene ligeramente amarilla.
- o Falta de mantenimiento de los sistemas de agua potable en el centro poblado.
- o Uso indiscriminado del agua por las familias (para riego, no se paga una tarifa diferenciada, no se tienen medidores).
- o En las comunidades no se hace mantenimiento ni desinfección.
- o Falta de alternativas de tratamiento de agua residual como tanques sépticos y pozos de percolación en el centro poblado.
- o Falta de tratamiento de residuos, se tienen botaderos superficiales.

- Alta incidencia de enfermedades gastrointestinales
- Resistencia a la colocación de medidores en el centro poblado de Santo Tomás.
- En las comunidades hay poca disposición de pagar las cuotas/tarifa.
- Tecnología de desinfección, mediante cloración no es la más adecuada (pocas horas de duración). Ejemplo: el cloro utilizado en la desinfección es arrastrado por el agua de rebose.
- Algunos pobladores no están de acuerdo con el sistema de desinfección, mediante la cloración, porque usan el agua para riego.
- Escaso conocimiento sobre el uso adecuado del recurso hídrico para consumo.
- Manejo inadecuado de residuos sólidos a nivel urbano y rural.

7.6. Diferencias Importantes entre las dos cuencas: Santo Tomás y Chalhuahuacho

- Mayor desorganización en las localidades de Apurímac.
- Mayor desconocimiento de sus funciones en directivos y usuarios en la zona de Apurímac.
- Ausencia de capacitación a directivos de JASS en la zona de Apurímac.
- Mayor indiferencia de directivos comunales en zona de Apurímac.
- Menor apoyo de instituciones públicas y privadas en zona de Apurímac.
- Descoordinación de instituciones y localidades en ambas cuencas.
- Mayor desconocimiento de sus deberes y derechos en la zona de Apurímac.
- Conflictos por uso de manantes en ambas cuencas.
- Limitado cumplimiento de roles y competencias por parte de las instituciones y población.

VIII. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

8.1. Medidas para evitar la Vulnerabilidad a Sismos

- **Sugerencias para encontrar daños en las tuberías:**

Los daños en las tuberías de agua potable producen, por lo común, afloramientos de agua en zonas cercanas a las roturas de tubos o uniones, pero para determinar su magnitud y alcance y hacer las reparaciones (que usualmente son urgentes), habrá que excavar y poner al descubierto las tuberías rotas. Sin embargo, es posible que la alta permeabilidad del suelo en que se produjeron las roturas o presión baja del agua, oculte zonas de roturas que tal vez se pudiera ir detectando posteriormente, una vez reinstalado el servicio, considerando por ejemplo:

- Nuevos afloramientos de agua, evidenciados por aumentos de la presión en la red, una vez que se reparen las roturas detectadas primero.
- Existencia de áreas de la localidad que siguen sin recibir agua o que disponen de menor presión, que en una situación normal, lo que puede deberse a daños en matrices alimentadoras de esas zonas, las que habría que identificar y reparar;
- Detección de fugas. Esto puede demorar mucho, especialmente si no se dispone del equipamiento y experiencia a nivel local.

- Mediante la utilización de medidores de caudal en las matrices o en la red, si es que existen o pueden instalarse en los puntos adecuados, para determinar la posible existencia de otras fugas.

8.2. Medidas para evitar la Vulnerabilidad Administrativa

Área: Operación y mantenimiento

Mitigación

1. Realizar el mantenimiento preventivo de los equipos y demás componentes del sistema.
2. Capacitación del personal y elaboración del Manual de Operación y Mantenimiento de Equipos y dispositivos nuevos.
3. Realizar el mantenimiento correctivo de los equipos, debiéndose minimizar estas acciones con el mantenimiento preventivo.
4. Utilizar diseños de ingeniería adecuados, a fin de reducir las fallas o deterioros ante desastres.
5. Disponer de un almacén de repuestos para enfrentar los desastres (tuberías, válvulas, medidores, etc.)
6. Disponer de un inventario de materiales y equipos.
7. Incrementar las medidas de mitigación en las operaciones cotidianas de la JASS.

Emergencia

1. Realizar el diagnóstico de daños.
2. Movilizar el personal de operación y mantenimiento con experiencia en el manejo de emergencias.
3. Priorizar la reparación de daños.
4. Programar, dirigir y controlar las labores de rehabilitación.
5. Solicitar apoyo de equipo y materiales necesarios
6. Establecer horarios para el racionamiento de agua.
7. Mantener un registro de las acciones efectuadas.

Área: Apoyo administrativo

Mitigación

1. Establecer normas y reglamentos para asegurar disponibilidad de recursos financieros para emergencias. Se requiere un fondo de emergencia, separado del presupuesto.
2. Crear una base de datos con un listado de materiales, accesorios y proveedores.
3. Garantizar la asignación de los recursos financieros y la aplicación de medidas de mitigación.

Emergencia

1. Disponer de recursos financieros y trasladarlos a las zonas afectadas.
2. Dar instrucciones para atender de inmediato los requerimientos del área afectada (dinero, personal, materiales y equipos), durante las 24 horas del día, inclusive los fines de semana.

Área: Organización institucional

Mitigación

1. El personal profesional técnico y administrativo del sistema de agua potable, deberá recibir capacitación permanente sobre cómo afrontar situaciones de emergencia.
2. Se deben de realizar pruebas de eficiencia (simulacros), para medir la capacidad de respuesta ante situaciones de emergencia.
3. Existen deficiencias de comunicación con los usuarios.
4. Se requiere una política para atender situaciones de desastre.

Emergencia

1. Instalar los centros de emergencia y operaciones.
2. Lograr coordinaciones con otras instituciones, técnicos y entidades de socorro.
3. Mantener a la comunidad informada de lo ocurrido y de las operaciones que se lleven a cabo para resistir el servicio.

8.3. Medidas para evitar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas

- En las localidades donde se han realizado los monitoreos, tanto en Apurímac como en Cusco, no se ha encontrado contaminación por plaguicidas, esto debido a la ubicación de las fuentes de agua, las cuales se encuentran por encima de los campos de cultivo.
- Se debe implementar un Plan de Manejo de Residuos Sólidos en las localidades, donde la disposición de estos no sea la adecuada, ya que gran parte de los residuos sólidos que genera la población, son dispuestos en las riberas de los ríos Santo Tomás y Tambobamba.
- Se debe implementar un sistema tratamiento y de disposición final de las aguas residuales, en vista que las aguas residuales que genera la población son derivadas al río Santo Tomás sin ningún tipo de tratamiento, lo que origina la aparición de enfermedades en los pobladores que utilizan el agua del río para uso doméstico o como bebedero de animales.
- Construir cercos en los alrededores de las fuentes de agua y su captación, de tal manera de evitar el acceso libre a los pobladores y a los animales que pastorean por las zonas aledañas.
- Colocar tapas sanitarias con seguridad sobre las captaciones, de tal manera de protegerlas del contacto de animales, pobladores e inclemencias del clima y evitar así su contaminación.
- Deberá implementarse un sistema de tratamiento para la captación de aguas superficiales. Mientras que para la captación de aguas subterráneas, se deberá implementar y/o mejorar el sistema de desinfección utilizada.
- Realizar el mantenimiento periódico de la infraestructura de captación y reservorios de agua, verificando el funcionamiento adecuado y su desinfección.

- Realizar monitoreos periódicos del agua que llega a la población, para verificar que cumple con los estándares de calidad para su uso en Consumo Humano.
- Se debe realizar planes de Conservación de recursos hídricos, mediante la implementación de lagunas o bofedales artificiales que retengan el agua que está siendo desperdiciada.
- Implementar un relleno sanitario manual para la disposición de residuos sólidos domésticos, evitando así la existencia de botaderos y la disposición en las riberas de los ríos.
- Pese a que no se ha observado presencia de plaguicidas en los resultados de monitoreo de las fuentes, sería conveniente realizar un diálogo con las empresas proveedoras de plaguicidas en la zona en estudio, de tal manera que al momento de hacerles llegar los productos solicitados por los pobladores, recolecten los envases usados.

IX. COSTOS

El costo estimado total de las actividades que se proponen realizar para mitigar el riesgo por desastres naturales y contaminación y es de S/. 159 584.00 que consiste en la vigilancia de la calidad de las fuentes de agua de consumo humano, en el mantenimiento de las estructuras de las fuentes de agua, en la sensibilización de la población para que tome conciencia sobre la importancia de la conservación del recurso hídrico y uso racional del agua, capacitación de las autoridades y de las personas involucradas en el manejo de los sistemas de agua potable, las medidas de mitigación en caso de ocurrencia de un desastre natural como son las herramientas y el transporte de material removido y el manejo integral de los residuos sólidos que se debe realizar en la zona.

COSTOS PARA MONITOREOS

Partida	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO PARCIAL (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1	Monitoreos de las fuentes anual	Unid.	14	1.926,00	26.964,00	26.964,00
2	Monitoreos de agua de consumo en cada localidad (anual)	Unid.	15	1.700,00	25.500,00	25.500,00
Costo Total						52.464,00

COSTOS OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE FUENTES DE AGUA, RESERVORIOS Y PLANTAS DE TRATAMIENTO

Partida	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO PARCIAL (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1	Mantenimiento de la infraestructura de captación	Unid.	14	120,00	1.680,00	1.680,00
2	Mantenimiento de reservorios (Inc. Desinfección)	Unid.	14	350,00	4.900,00	4.900,00
3	Mantenimiento de PIAP Santo Tomás A (Inc. Cambio de material filtrante)	Unid.	1	2.500,00	2.500,00	2.500,00
4	Tapas metálicas para fuentes	Unid.	14	75,00	1.050,00	1.050,00
Costo Total						10.130,00

COSTO CAPACITACIONES

Costos del material requerido para el Programa de Educación Ambiental (Semestral)

Partida	Actividades	Unid.	Cant.	Costo Unitario (S/.)	Costo Parcial (S/.)	Costo Total (S/.)
1	DESARROLLO DE MODULOS					1.000,00
1,2	Diapositivas presentación PPT	Unid	1	20,00	20,00	
1,3	Útiles de escritorio	Glb	1	200,00	200,00	
1,4	Pizarra acrílica	Unid	1	60,00	60,00	
1,5	Fotocopia de Trípticos	Millar	400	1,00	400,00	
1,6	Fotocopia de Separatas	Millar	400	0,50	200,00	
1,7	Afiches	Millar	400	0,30	120,00	
2	EQUIPOS					1.600,00
2,1	Equipo alquiler multimedia	Sesión	16	50,00	800,00	
2,2	Movilidad	Glb	1	800,00	800,00	
3	HONORARIOS PROFESIONALES					13.350,00
3,1	Ingeniero Sanitario (tiempo parcial)	Día	60	200,00	12.000,00	
3,2	Capacitador	Charlas	15	90,00	1.350,00	
4	PRESENTACIÓN DE INFORME MENSUAL Y FINAL					750,00
4,1	Presentación en original y copia	Mes	15	50,00	750,00	
	Costo Total					16.700,00

Costos del Programa de Participación Ciudadana (Semestral)

ACTIVIDAD	REQUERIMIENTOS		DURACION (DÍAS)	COSTOS	
	NUMERO DE PERSONAL	NUMERO DE TALLERES		COSTO UNITARIO	PARCIAL
Capacitación de dirigentes	01 Capacitador	2	2	200,00	800,00
Capacitación población	01 Capacitador	15	1	200,00	3.000,00
Capacitación Operario	1 Operario	6	1	80,00	480,00
Difusión del Inicio de Ejecución del Proyecto	1 Operario	2	1	100,00	200,00
Sub total					4.480,00

Costos Programa de Contingencias

Partida	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	UNID.	CANT.	COSTO UNIT. (S/.)	COSTO PARCIAL (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1	Unidades móviles	Contratista	Glb	1	1500	1500	1500
2	Personal de Contingencias	Contratista	Glb	1	4500	4500	4500
3	Herramientas y alquiler de maquinaria pesada (retroexcavadoras, lampas, picos, etc)	Contratista	Equipo			5000,00	
Costo Total							5000,00

Costos de Manejo de Residuos

Partida	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO PARCIAL (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1	Elaboración Plan de Manejo de RRSS		2	5.000,00	10.000,00	10.000,00
2	Contenedores					810,00
2,1	Contenedores Cilindricos de residuos sólidos domésticos (55 gln)	Unid.	18	30,00	540,00	
2,2	Contenedores Cilindricos de envases de plaguicidas (55 gln).	Unid.	9	30,00	270,00	
3	Implementación de un relleno sanitario manual.	Unid.	2	30.000,00	60.000,00	60.000,00
Costo Total						70.810,00

Los costos del Manejo de Residuos Sólidos se ha considerado por Región: Región Cusco (5 distritos) y Región Apurímac (4 distritos)

X. CONCLUSIONES

- La mayoría de las fuentes de agua de los sistemas de agua potable son manantiales, en el caso de la localidad de Santo Tomás las fuentes son superficiales.
- Los principales riesgos que presentan las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, son contaminación por pastoreo y por la inadecuada disposición de los residuos sólidos.
- No se evidencia contaminación por efectos de uso de agroquímicos en la zona muestreada.
- Las medidas de mitigación propuestas son la protección de las fuentes de agua mediante cercos perimétricos y colocación de tapas de metal para evitar el acceso de personas y animales. Asimismo, se recomienda realizar un Plan de Manejo de Residuos Sólidos de las localidades mencionadas en el presente estudio.
- Debe promoverse la elaboración de un Plan de Contingencia en cada localidad que permita una adecuada atención en situaciones de emergencia.

ANEXO 02

CADENA DE CUSTODIA DE LOS INFORMES DE ENSAYO DE LABORATORIO

ANEXO 03

RESULTADOS DE LABORATORIO

ANEXO 04

PLANO GENERAL DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO