

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



EVALUACIÓN AMBIENTAL
DE AGUAS SUPERFICIALES Y SEDIMENTOS
EN LA CUENCA DEL RÍO TABLACHACA

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO GEÓLOGO

Presentado por:

Bach. MIGUEL ANGEL SALVÁ BERENZ

LIMA – PERÚ

2007

RESUMEN

Evaluación ambiental de aguas superficiales y sedimentos de la cuenca del Río Tablachaca

Bach. Miguel Angel Salvá Berenz

Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú

Asesor: M. Sc. Atilio Mendoza Apolaya

La presente investigación se realizó a fin de determinar el grado de contaminación de la cuenca del Río Tablachaca (afluente del Río Santa) ubicado en las provincias de Pallasca - Ancash y Santiago de Chuco - La Libertad , así como también el de sus subcuencas, se evaluó tanto agua como sedimento. El monitoreo se realizó en la época de estiaje, Agosto 2005 (15 estaciones) y en la época de lluvias, Marzo 2006 (11 estaciones).

En el campo se ubico las estaciones con GPS, y en el agua se midió la temperatura, pH, conductividad y potencial Redox, además del caudal. En laboratorio se determinó en el agua los metales (Cu, Pb, Cd, As y Hg), sulfatos y turbidez; y en los sedimentos se encontró los metales (Cu, Zn, Pb, Cd, As y Hg) y se efectuó también análisis granulométricos y mineralógicos. Se realizó además bioensayos con el agua del Río Boca Cabana, por ser éste el más contaminado en época de estiaje.

El río con mayor contaminación (metales) fue el Río Boca Cabana en época de estiaje y en época de lluvias el lugar con más fuerte contaminación fue el Río Tablachaca antes de la desembocadura del Río Ancos. Los sedimentos que tuvieron el mayor potencial de neutralización neta fueron los del Río Conchucos. El bioensayo realizado al agua del río Boca Cabana en época de estiaje, determinó que esta agua concentrada en un 59%, es capaz de matar a la mitad de los organismos bioindicadores en estudio (Daphnias), en un periodo de 96 horas.

ABSTRACT

*Environmental assessment of surface waters and sediments
in the Tablachaca River Basin
Ancash and La Libertad – Perú (South America)*

B. Sc. Miguel Angel Salva
Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú
Advisor: M. Sc. Atilio Mendoza

This environmental assessment was performed to find the pollution rate of the Tablachaca River Basin, located in Pallasca province (Ancash) and Santiago de Chuco province (La Libertad); and its sub basins. Water and sediments were analyzed in the dry season in August 2005 (15 stations), and in the wet season in March 2006 (11 stations). These stations were located using GPS.

In water, Temperature, PH, Conductivity and Redox Potential were measured in situ, as well as the volume flow. Laboratory measurements were performed: In water, metals (Cu, Pb, Cd, As, Hg), sulfates and turbidity were determined. In sediments, metals (Cu, Zn, Pb, Cd, As, Hg) were determined, and granulometric and mineralogical analyses were performed. Bio-analyses of the Boca Cabana River water (Tablachaca River affluent), were made, due to the high pollution of this river, in the dry season.

The most polluted river (metals), was the Boca Cabana River in the dry season; and in the wet season the Tablachaca River before the confluence with the Ancos River, was the most polluted. The sediments that had the best neutralization potential (PNN) belonged to the Conchucos River. The bio-analyses determined that the Boca Cabana River water (in the dry season), concentrated in 59%, was able to kill half of the organisms (Daphnias), in a period of 96 hours.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a todas las personas que me apoyaron durante el desarrollo de este estudio, y muy en especial a las personas e instituciones que menciono a continuación:

Familiares

- M.Sc. Antonio Salvá Pando
- Rufina Pando García
- Antonio García Lopez
- María Alejos Zamora

Chofer

- Jhoner Alva

Universidad Nacional de Ingeniería

- M.Sc. Atilio Mendoza Apolaya
- Ing. Carmén Tuiro
- Dr. Humberto Chiriff
- Ing. Carlos Rojas León
- Ing. Robert Uribe Ormeño
- Ing. Jorge Huayhua
- Ing. Roger Hidalgo
- Sr. Luis Anchaya
- Franklin Blanco Rivera (Estudiante UNI)
- Isaac Minaya Encarnación (Estudiante UNI)
- Rony Muchaypiña Macavilca (Estudiante UNI)
- Roonal Ramírez Escalante (Estudiante UNI)
- Juan Salvador Vara (Estudiante UNI)
- Daniel Torres González (Estudiante UNI)

Universidad Nacional Federico Villarreal

- Dr. Nestor Teves Rivas
- Ing. Ignacio Hinojosa Blanco
- Ing. Michael Romaní Jirón
- Ing. Cesar Peña Domínguez
- Ing. Carlos Zumarán
- Tec. Daniel Neciosup González

Instituciones

- Municipalidad provincial de Pallasca
- Municipalidad provincial de Santiago de Chuco

13) RECOMENDACIONES.....	364
14) BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	365
14.1) BIBLIOGRAFÍA.....	365
14.2) WEBGRAFÍA.....	367
15) APÉNDICES.....	370
APÉNDICE 1: PLANOS	
- PLANO N° 1: PLANO GEOLÓGICO	
- PLANO N° 2: PLANO METALOGÉNICO	
- PLANO N° 3: HIDROGRAFÍA DE LA CUENCA Y LAS SUBCUENCAS	
- PLANO N° 4: ZONAS DE VULNERABILIDAD RELACIONADA A DESLIZAMIENTOS	
- PLANO N° 5: ZONAS AGRÍCOLAS Y GANADERAS	
- PLANO N° 6: PLANO DE CONTAMINACIÓN EN AGUA, EN LA ÉPOCA DE ESTIAJE (AGOSTO)	
- PLANO N° 7: PLANO DE CONTAMINACIÓN EN AGUA, EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS (MARZO)	
- PLANO N° 8: PLANO DE CONTAMINACIÓN EN SEDIMENTO, EN LA ÉPOCA DE ESTIAJE (AGOSTO)	
- PLANO N° 9: PLANO DE CONTAMINACIÓN EN SEDIMENTO, EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS (MARZO)	
APÉNDICE 2: PLUVIOMETRÍA DE LA CUENCA	

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	III
ABSTRACT.....	IV
AGRADACIMIENTOS.....	V
DEDICATORIA.....	VI
TABLA DE CONTENIDOS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	XI
LISTA DE TABLAS.....	XIV
LISTA DE FOTOGRAFÍAS.....	XVII
1) INTRODUCCIÓN.....	1
1.1) ANTECEDENTES.....	2
1.2) OBJETIVO.....	3
2) UBICACIÓN.....	4
2.1) ACCESO.....	4
2.2) CLIMA Y ECOLOGÍA.....	7
2.3) COMUNIDADES.....	8
2.4) FLORA Y FAUNA EN LA CUENCA.....	9
3) ASPECTOS LEGALES.....	13
3.1) A NIVEL NACIONAL (PERÚ).....	13
3.2) A NIVEL MUNDIAL.....	15

3.3)	DECRETOS ESPECÍFICOS.....	22
4)	GEOLOGÍA.....	28
4.1)	GEOLOGÍA REGIONAL.....	28
4.2)	GEOLOGÍA LOCAL.....	37
4.3)	METALOGENIA.....	52
5)	HIDROLOGÍA.....	85
5.1)	RÍO TABLACHACA.....	86
5.2)	SUBCUENCAS DEL RÍO TABLACHACA.....	88
6)	MONITOREO AMBIENTAL.....	94
6.1)	PROTOCOLO DE MONITOREO.....	95
6.2)	CRITERIOS Y CONSIDERACIONES PRÁCTICAS PARA EL MONITOREO.....	99
6.3)	VERIFICACIÓN Y EXAMEN DE LA GESTIÓN DE AGUA.....	104
6.4)	PROCEDIMIENTO EN ESTA TOMA DE MUESTRAS.....	106
6.5)	DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.....	107
6.6)	MONITOREO EN AGUAS SUPERFICIALES.....	146
6.7)	MONITOREO EN SEDIMENTOS.....	155
7)	ANÁLISIS REALIZADOS EN AGUA Y EN SEDIMENTOS.....	158
7.1)	PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS, SULFATOS Y TURBIDEZ.....	158
7.2)	METALES EN AGUA.....	158
7.3)	MINERALOGÍA Y GRANULOMETRÍA.....	158
7.4)	METALES EN SEDIMENTO.....	158

7.5) ENSAYOS DE BIOTOXICIDAD EN AGUA.....	183
8) CONTAMINACIÓN.....	200
8.1) CONTAMINACIÓN EN AGUA.....	200
8.2) CONTAMINACIÓN EN SEDIMENTOS.....	205
8.3) CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTAMINANTES INORGÁNICOS.....	207
9) IMPACTOS DE LA ACTIVIDAD MINERA.....	226
9.1) EN LAS FASES DE LA ACTIVIDAD MINERA.....	226
9.2) PASIVOS AMBIENTALES.....	230
9.2) LAS FUENTES DE IMPACTO Y LOS RIESGOS.....	232
10) MITIGACIÓN.....	236
10.1) MITIGACIÓN EN AGUAS SUPERFICIALES.....	236
10.2) MITIGACIÓN EN SEDÍMENTOS.....	244
11) INTERPRETACIÓN.....	255
11.1) PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS, SULFATOS Y TURBIDEZ.....	255
11.2) METALES EN AGUA.....	274
11.3) MINERALOGÍA Y GRANULOMETRÍA.....	301
11.4) METALES EN SEDIMENTO.....	332
11.5) ENSAYOS DE BIOTOXICIDAD.....	336
11.6) IMPACTOS AMBIENTALES EN LA CUENCA	358
11.7) MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN LA CUENCA	359
12) CONCLUSIONES.....	361

13) RECOMENDACIONES.....	364
14) BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	365
14.1) BIBLIOGRAFÍA.....	365
14.2) WEBGRAFÍA.....	367
15) APÉNDICES : PLANOS.....	370
- PLANO N° 1: PLANO GEOLÓGICO	
- PLANO N° 2: PLANO METALOGÉNICO	
- PLANO N° 3: HIDROGRAFÍA DE LA CUENCA Y LAS SUBCUENCAS	
- PLANO N° 4: ZONAS DE VULNERABILIDAD RELACIONADA A DESLIZAMIENTOS	
- PLANO N° 5: ZONAS AGRÍCOLAS Y GANADERAS	
- PLANO N° 6: PLANO DE CONTAMINACIÓN EN AGUA, EN LA ÉPOCA DE ESTIAJE (AGOSTO)	
- PLANO N° 7: PLANO DE CONTAMINACIÓN EN AGUA, EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS (MARZO)	
- PLANO N° 8: PLANO DE CONTAMINACIÓN EN SEDIMENTO, EN LA ÉPOCA DE ESTIAJE (AGOSTO)	
- PLANO N° 9: PLANO DE CONTAMINACIÓN EN SEDIMENTO, EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS (MARZO)	

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura N° 1: Ubicación de la Cuenca.....	11
Figura N° 2: Columna Estratigráfica de la Cuenca del Río Tablachaca.....	51
Figura N° 3: Cuenca del Río Santa.....	86
Figura N° 4: Cuenca del Río Tablachaca y sus Subcuencas.....	90
Figura N° 5: Datos Geográficos.....	92
Figura N° 6: Caudales Medios Anuales.....	93
Figura N° 7: Consideraciones y Lugares de Monitoreo.....	96
Figura N° 8: Coordenadas UTM.....	113
Figura N° 9: Estaciones de Muestreo Agosto.....	114
Figura N° 10: Estaciones de Muestreo Marzo.....	115
Figura N° 11: Ejemplo de determinación de CL50 mediante Análisis Probit en dos momentos representativos a 24 y 96 horas.....	187
Figura N° 12: Ejemplo de una curva de toxicidad a partir de los CL 50.....	188
Figura N° 13: Caudales en el mes de Agosto.....	260
Figura N° 14: Caudales en el mes de Marzo.....	261
Figura N° 15: Parámetros Fisico-Químicos (Agosto).....	262
Figura N° 16: Parámetros Fisico-Químicos (Marzo).....	263
Figura N° 17: Variación de pH (Agosto y Marzo).....	264
Figura N° 18: Variación de Conductividad (Agosto y Marzo).....	266
Figura N° 19: Variación de Redox (Agosto y Marzo).....	267
Figura N° 20: Sulfatos y Turbidez (Agosto).....	269
Figura N° 21: Sulfatos y Turbidez (Marzo).....	270
Figura N° 22: Variación de Sulfatos (Agosto y Marzo).....	271
Figura N° 23: Variación de Turbidez (Agosto y Marzo).....	272
Figura N° 24: Concentración de Cobre en Agua (Agosto).....	281
Figura N° 25: Concentración de Cobre en Agua (Marzo).....	282
Figura N° 26: Variación de Cobre en Agua (Agosto y Marzo).....	283

	Pag.
Figura N° 27: Concentración de Plomo en Agua (Agosto).....	285
Figura N° 28: Concentración de Plomo en Agua (Marzo).....	286
Figura N° 29: Variación de Plomo en Agua (Agosto y Marzo).....	287
Figura N° 30: Concentración de Cadmio en Agua (Agosto).....	289
Figura N° 31: Concentración de Cadmio en Agua (Marzo).....	290
Figura N° 32: Variación de Cadmio en Agua (Agosto y Marzo).....	291
Figura N° 33: Concentración de Arsénico en Agua (Agosto).....	293
Figura N° 34: Concentración de Arsénico en Agua (Marzo).....	294
Figura N° 35: Variación de Arsénico en Agua (Agosto y Marzo).....	295
Figura N° 36: Concentración de Mercurio en Agua (Agosto).....	297
Figura N° 37: Concentración de Mercurio en Agua (Marzo).....	298
Figura N° 38: Variación de Mercurio en Agua (Agosto y Marzo).....	299
Figura N° 39: Estación 1 (Agosto) (Mineralogía y Granulometría).....	304
Figura N° 40: Estación 4 (Agosto) (Mineralogía y Granulometría).....	305
Figura N° 41: Estación 5 (Agosto) (Mineralogía y Granulometría).....	306
Figura N° 42: Estación 6 (Agosto) (Mineralogía y Granulometría).....	307
Figura N° 43: Estación 6 (Marzo) (Mineralogía y Granulometría).....	308
Figura N° 44: Estación 7 (Agosto) (Mineralogía y Granulometría).....	309
Figura N° 45: Estación 7 (Marzo) (Mineralogía y Granulometría).....	310
Figura N° 46: Estación 10 (Agosto) (Mineralogía y Granulometría).....	311
Figura N° 47: Estación 11 (Agosto) (Mineralogía y Granulometría).....	312
Figura N° 48: Estación 11 (Marzo) (Mineralogía y Granulometría).....	313
Figura N° 49: Estación 12 (Agosto) (Mineralogía y Granulometría).....	314
Figura N° 50: Estación 12 (Marzo) (Mineralogía y Granulometría).....	315
Figura N° 51: Estación 15 (Agosto) (Mineralogía y Granulometría).....	316
Figura N° 52: Estación 15 (Marzo) (Mineralogía y Granulometría).....	317
Figura N° 53: Estación 16 (Agosto) (Mineralogía y Granulometría).....	318
Figura N° 54: Estación 16 (Marzo) (Mineralogía y Granulometría).....	319

	Pag.
Figura N° 55: Estación 17 (Agosto) (Mineralogía y Granulometría).....	320
Figura N° 56: Estación 17 (Marzo) (Mineralogía y Granulometría).....	321
Figura N° 57: Estación 18 (Agosto) (Mineralogía y Granulometría).....	322
Figura N° 58: Estación 18 (Marzo) (Mineralogía y Granulometría).....	323
Figura N° 59: Estación 19 (Agosto) (Mineralogía y Granulometría).....	324
Figura N° 60: Estación 19 (Marzo) (Mineralogía y Granulometría).....	325
Figura N° 61: Estación 20 (Agosto) (Mineralogía y Granulometría).....	326
Figura N° 62: Estación 20 (Marzo) (Mineralogía y Granulometría).....	327
Figura N° 63: Estación 21 (Agosto) (Mineralogía y Granulometría).....	328
Figura N° 64: Estación 21 (Marzo) (Mineralogía y Granulometría).....	329
Figura N° 65: Concentración de Cobre y Zinc en Sedimentos (Agosto).....	337
Figura N° 66: Concentración de Cobre y Zinc en Sedimentos (Marzo).....	338
Figura N° 67: Variación de Cobre en Sedimento (Agosto y Marzo).....	339
Figura N° 68: Variación de Zinc en Sedimento (Agosto y Marzo).....	340
Figura N° 69: Concentración de Plomo en Sedimentos (Agosto).....	342
Figura N° 70: Concentración de Plomo en Sedimentos (Marzo).....	343
Figura N° 71: Variación de Plomo en Sedimento (Agosto y Marzo).....	344
Figura N° 72: Concentración de Cadmio en Sedimentos (Agosto).....	345
Figura N° 73: Concentración de Cadmio en Sedimentos (Marzo).....	346
Figura N° 74: Variación de Cadmio en Sedimento (Agosto y Marzo).....	347
Figura N° 75: Concentración de Arsénico en Sedimentos (Agosto).....	349
Figura N° 76: Concentración de Arsénico en Sedimentos (Marzo).....	350
Figura N° 77: Variación de Arsénico en Sedimento (Agosto y Marzo).....	351
Figura N° 78: Concentración de Mercurio en Sedimentos (Agosto).....	352
Figura N° 79: Concentración de Mercurio en Sedimentos (Marzo).....	353
Figura N° 80: Variación de Mercurio en Sedimento (Agosto y Marzo).....	354
Figura N° 81: Primer y Segundo ensayo de Biotoxicidad (CL50).....	356
Figura N° 82: Tercer ensayo de Biotoxicidad (CL50).....	357

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla N° 1: Minas de la Provincia de Pallasca (1ra Parte).....	81
Tabla N° 2: Minas de la Provincia de Pallasca (2da Parte).....	82
Tabla N° 3: Minas de la Provincia de Pallasca (3ra Parte).....	83
Tabla N° 4: Minas de la Provincia de Santiago de Chuco.....	84
Tabla N° 5: Datos Geográficos.....	91
Tabla N° 6: Organización del Plan de Monitoreo.....	97
Tabla N° 7: Frecuencia del muestreo y presentación del reporte.....	99
Tabla N° 8: Recolección, preservación y almacenamiento de muestras.....	103
Tabla N° 9: Recolección, preservación y almacenamiento de muestras.....	104
Tabla N° 10: Coordenadas UTM.....	112
Tabla N° 11: Ley General de Aguas.....	149
Tabla N° 12: Estándares de emisión temporales para operaciones antiguas.....	150
Tabla N° 13: Estándares de emisión temporales para proyectos nuevos.....	150
Tabla N° 14: Criterios de la calidad de agua propuesta por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Salud Humana)....	151
Tabla N° 15: Criterios de la OMS para la calidad de Agua de Abastecimiento....	151
Tabla N° 16: Valores guía extraídos de la legislación norteamericana (MADEP/EPA) y Canadiense.....	152
Tabla N° 17: Guía de calidad de agua potable en Canadá en la Salud Humana.....	153
Tabla N° 18: Calidad de agua para Lagos y Lagunas según las leyes Estado Unidenses.....	153
Tabla N° 19: Calidad de agua para la vida acuática en agua dulce.....	154
Tabla N° 20: Valores guías extraídos de la legislación Canadiense para la calidad de suelos.....	156
Tabla N° 21: Límites máximos permisibles en suelos.....	157
Tabla N° 22: Parámetro Físico-Químicos (Agosto).....	159

	Pag.
Tabla N° 23: Parámetro Físico-Químicos (Marzo).....	160
Tabla N° 24: Sulfatos y Turbidez (Agosto).....	161
Tabla N° 25: Sulfatos y Turbidez (Marzo).....	162
Tabla N° 26: Análisis de Agua (Agosto).....	163
Tabla N° 27: Análisis de Agua (Marzo).....	164
Tabla N° 28: Análisis Granulométrico (Agosto).....	166
Tabla N° 29: Análisis Granulométrico (Marzo).....	167
Tabla N° 30: Análisis Mineralógico (1ra parte – Agosto).....	168
Tabla N° 31: Análisis Mineralógico (2da parte – Agosto).....	169
Tabla N° 32: Análisis Mineralógico (3ra parte – Agosto).....	170
Tabla N° 33: Análisis Mineralógico (1ra parte – Marzo).....	171
Tabla N° 34: Análisis Mineralógico (2da parte – Marzo).....	172
Tabla N° 35: Análisis Sedimentológico (Agosto).....	173
Tabla N° 36: Análisis Sedimentológico (Marzo).....	174
Tabla N° 37: CL50 para la vida en agua dulce.....	189
Tabla N° 38: Primer Ensayo de Biotoxicidad.....	197
Tabla N° 39: Segundo Ensayo de Biotoxicidad.....	198
Tabla N° 40: Tercer Ensayo de Biotoxicidad.....	199
Tabla N° 41: Parámetros contaminantes en general, su generación y la manera de medirlos.....	204
Tabla N° 42: Depósitos minerales y sus impactos en la calidad de agua.....	233
Tabla N° 43: Interpretación de los Caudales (Agosto y Marzo).....	265
Tabla N° 44: Interpretación del pH (Agosto y Marzo).....	265
Tabla N° 45: Interpretación de la Conductividad (Agosto y Marzo).....	268
Tabla N° 46: Interpretación del Redox (Agosto y Marzo).....	268
Tabla N° 47: Interpretación de los Sulfatos (Agosto y Marzo).....	273
Tabla N° 48: Interpretación de la Turbidez (Agosto y Marzo).....	273
Tabla N° 49: Interpretación del Cobre en Agua (Agosto y Marzo).....	284

	Pag.
Tabla N° 50: Interpretación del Plomo en Agua (Agosto y Marzo).....	288
Tabla N° 51: Interpretación del Cadmio en Agua (Agosto y Marzo).....	292
Tabla N° 52: Interpretación del Arsénico en Agua (Agosto y Marzo).....	296
Tabla N° 53: Interpretación del Mercurio en Agua (Agosto y Marzo).....	300
Tabla N° 54: Interpretación de la Mineralogía (Agosto y Marzo).....	330
Tabla N° 55: Interpretación de la Granulometría (Agosto y Marzo).....	331
Tabla N° 56: Interpretación del Cobre en Sedimento (Agosto y Marzo).....	341
Tabla N° 57: Interpretación del Zinc en Sedimento (Agosto y Marzo).....	341
Tabla N° 58: Interpretación del Plomo en Sedimento (Agosto y Marzo).....	348
Tabla N° 59: Interpretación del Cadmio en Sedimento (Agosto y Marzo).....	348
Tabla N° 60: Interpretación del Arsénico en Sedimento (Agosto y Marzo).....	355
Tabla N° 61: Interpretación del Mercurio en Sedimento (Agosto y Marzo).....	355

LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Pag.
Fotografía N° 1: Plaza de Armas de Cabana y Santiago de Chuco.....	12
Fotografía N° 2: Fotografía Satelital: Estación 1.....	116
Fotografía N° 3: Estación 1: Laguna Pelagatos (4250 msnm).....	117
Fotografía N° 4: Fotografía Satelital: Estación 2 y Estación 3.....	118
Fotografía N° 5: Fotografía Satelital: Estación 4 y Estación 5.....	119
Fotografía N° 6: Confluencia del Río Sarín y el Río Tablachaca.....	120
Fotografía N° 7: Fotografía Satelital: Estación 6 y Estación 7.....	121
Fotografía N° 8: Confluencia del Río Conchucos y el Río Tablachaca.....	122
Fotografía N° 9: Estación 6: Río Tablachaca, antes del Río Conchucos.....	123
Fotografía N° 10: Estación 7: Río Conchucos.....	124
Fotografía N° 11: Fotografía Satelital: Estación 8, Estación 9 y Estación 10.....	125
Fotografía N° 12: Estación 9: Río Angasmarca.....	126
Fotografía N° 13: Estación 10: Río Tablachaca, después del Río Angasmarca..	127
Fotografía N° 14: Fotografía Satelital: Estación 11 y Estación 12.....	128
Fotografía N° 15: Estación 12: Río Sacaycacha.....	129
Fotografía N° 16: Fotografía Satelital: Estación 13 y Estación 14.....	130
Fotografía N° 17: Confluencia del Río Santiago y el Río Tablachacaca.....	131
Fotografía N° 18: Estación 14: Río Santiago.....	132
Fotografía N° 19: Fotografía Satelital: Estación 15 y Estación 16.....	133
Fotografía N° 20: Confluencia del Río Boca Cabana y el Río Tablachaca.....	134
Fotografía N° 21: Estación 15: Río Tablachaca, antes del Río Boca Cabana.....	135
Fotografía N° 22: Estación 16: Río Boca Cabana.....	136
Fotografía N° 23: Fotografía Satelital: Estación 17 y Estación 18.....	137
Fotografía N° 24: Confluencia del Río Ancos y el Río Tablachaca.....	138
Fotografía N° 25: Estación 17: Río Tablachaca, antes de Río Ancos.....	139
Fotografía N° 26: Punta 18: Río Ancos.....	140
Fotografía N° 27: Fotografía Satelital: Estación 19, Estación 20 y Estación 21...	141

	Pag.
Fotografía N° 28: Confluencia del Río Tablachaca y el Río Santa.....	142
Fotografía N° 29: Estación 19: Río Tablachaca, antes del Río Santa.....	143
Fotografía N° 30: Estación 20: Río Santa, antes del Río Tablachaca.....	144
Fotografía N° 31: Estación 21: Río Santa, después del Río Tablachaca.....	145
Fotografía N° 32: Sedimentos Recolectados.....	165
Fotografía N° 33: Fotomicrografías en sección delgada de sedimentos "1".....	175
Fotografía N° 34: Fotomicrografías en sección delgada de sedimentos "2".....	176
Fotografía N° 35: Fotomicrografías en sección delgada de sedimentos "3".....	177
Fotografía N° 36: Fotomicrografías en sección delgada de sedimentos "4".....	178
Fotografía N° 37: Fotomicrografías en sección delgada de sedimentos "5".....	179
Fotografía N° 38: Fotomicrografías en sección pulida de sedimentos "1".....	180
Fotografía N° 39: Fotomicrografías en sección pulida de sedimentos "2".....	181
Fotografía N° 40: Fotomicrografías en sección pulida de sedimentos "3".....	182
Fotografía N° 41: Daphnias o Pulgas de agua.....	191
Fotografía N° 42: Criadero de Daphnias.....	192
Fotografía N° 43: Daphnias en agua reposada, listas para los ensayos.....	192
Fotografía N° 44: Agua del Río Cabana usada en los ensayos de Biotoxicidad..	194
Fotografía N° 45: Ensayos de Biotoxicidad.....	196
Fotografía N° 46: Represa de Cochapampa.....	360

1) INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene por objeto la evaluación de la contaminación minera en la cuenca del río Tablachaca, ubicado en las provincias de Pallasca (Ancash) y Santiago de Chuco (La Libertad), el cual es afluente del río Santa.

Actualmente en el Perú y en el mundo se vienen presentando serios problemas sociales relacionados con la contaminación ambiental, principalmente debido a operaciones mineras, siderúrgicas y petroleras.

Se va a buscar el desarrollo de la cuenca dentro del Desarrollo Sostenible lo que significa el desarrollo de la actividad minera en la cuenca sin perjudicar el ecosistema, como la población, la flora y la fauna, además de generar empleo en esta actividad minera a los pobladores de la zona.

A continuación se mostrarán temas importantes relacionados a la contaminación minera, tales como aspectos legales que norman la actividad minera en nuestro país, las diversas formas de contaminación minera, los compuestos químicos más nocivos para la salud y para el medio ambiente así como también detalles relacionados con el acceso, hidrología y geología de la cuenca antes mencionada.

1.1) ANTECEDENTES

El Decreto Legislativo 757, relacionado con el incentivo a la inversión privada en nuestro país, ha conducido al desarrollo de una reglamentación paralela referida al control ambiental en el ámbito de los distintos sectores productivos (minería, pesca, industria, etc). Para el caso específico del sector minero, se han emitido los D.S. 016_93EM y D.S. 059_93 EM.

En la actividad minera, las etapas de prospección, explotación, beneficio, extracción metálica y de transformación son altamente proclives a generar contaminación. El MEM ha tenido que reglamentar el control de la contaminación en estas actividades mediante mecanismos tales como los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) o los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), a fin de plantear su reducción o eliminación mediante distintos proyectos de mitigación.

Los primeros se refieren básicamente a proyectos nuevos, en tanto que los otros corresponden a las actividades en actual operación. Además de estos tipos de actividades que vierten sus efluentes a una cuenca, también pueden existir otros que provienen de actividades mineras de pequeña envergadura (pequeña o microminería) y de labores mineras abandonadas. Asimismo, existe la posibilidad de que ocurran afluentes naturales con características contaminantes (drenaje ácido naturalmente generado).

La contaminación más trascendente en la actividad minera es la llamada contaminación inorgánica, estos son elementos metálicos disueltos o suspendidos en los diferentes tipos de efluentes que se vierten desde una operación minero metalúrgica. En este sentido, la cuenca de uno o más ríos es el lugar donde finalmente llegan estos efluentes contaminados, cuyos niveles de concentraciones metálicas suelen ser muy variables llegando incluso a constituir serias fuentes de contaminación.

Además de la contaminación netamente inorgánica como producto de la reactividad de los minerales de alta y baja ley con los agentes del intemperismo (aire y agua), es posible también tener en cuenta la contaminación orgánica, principalmente del tipo antropogénico, como parte de las actividades humanas de primera necesidad. Toda esta contaminación, inorgánica y orgánica, es la que al final discurre a la cuenca.

La cuantificación de la contaminación minera en la cuenca permitiría también conocer que otros tipos de contaminación se vierten a fin de coordinadamente, proceder a su reducción correspondiente. Aquí nos referimos principalmente a la contaminación orgánica que se vierte a los ríos provenientes de los poblados y ciudades que se encuentran en la zona de influencia. De igual forma, el estudio de cuencas esta íntimamente relacionado con los impactos ambientales que los distintos componentes de dicha cuenca han recibido en el tiempo.

1.2) OBJETIVO

Determinar el grado de contaminación de la cuenca del río Tablachaca (afluente del río Santa) ubicado en las provincias de Pallasca - Ancash y Santiago de Chuco - La Libertad , así como también el de sus subcuencas, tanto en agua como también en sedimento.

2) UBICACIÓN

El río Tablachaca es el principal afluente del río Santa. Limita parcialmente los departamentos de Ancash y La Libertad, por las provincias de Pallasca y Santiago de Chuco; gran parte de los 8 distritos de Santiago de Chuco y los 11 distritos de Pallasca, forman parte de la cuenca. Sus niveles altitudinales van desde 750 msnm en la localidad de Chuquicara (desembocadura) hasta aproximadamente 4250 msnm en la laguna Pelagatos al pie de nevado del mismo nombre. (Figura N° 1)

Según los datos del IGN la cuenca esta ubicada en los cuadrángulos de Santa Rosa (18-g), Santiago de Chuco (17-g), Pallasca (17-h), y en mucho menor proporción en los cuadrángulos de Corongo (18-h), Cajabamba (16-g) y Pataz (16-h)

2.1) ACCESO

2.1.1) Rutas

Existen dos rutas principales para llegar a la cuenca, la primera ruta es la que nos lleva a la parte sur y oriental de la cuenca (La Provincia de Pallasca) mientras que la segunda ruta nos lleva a la parte norte de y nor-oeste de la cuenca (La Provincia de Santiago de Chuco).

A pesar que ambas provincias se encuentran conectadas por carretera, esta carretera de unión prácticamente no es muy usada por los transportistas. Solo se encuentra transporte público desde Chimbote hasta el distrito de Mollepata en Santiago de Chuco.

a) La Primera Ruta (Provincia de Pallasca)

Esta ruta nos conduce a la desembocadura (parte sur) y a la parte nor-oriental de la cuenca. Se toma la panamericana norte y se llega al kilómetro 440 aproximadamente, hasta el distrito de Santa, al norte de Chimbote, a unas 6 horas de Lima. En Santa se encuentra un desvío a la derecha, se toma este desvío y a unos 70 kilómetros en carretera asfaltada se llega a Chuquicara (750 msnm), lugar de suma importancia ya que en este lugar desemboca el río Tablachaca al río Santa.

En Chuquicara se encuentran 2 rutas, la que sigue hacia el Este que nos lleva a Huallanca, al Cañón del Pato y al Callejón de Huaylas; y la que va al nor-este que nos conduce a la cuenca del río Tablachaca. Se toma esta ruta y se cruza el río Santa a través de un puente de metal, después de unos 20 kilómetros en carretera asfaltada y de haber cruzado otros 2 puentes de metal se llega a la antigua estación de trenes de Quiroz, en este lugar desemboca el río Ancos al río Tablachaca.

En Quiroz tenemos 2 rutas nuevamente, a la derecha se dirige a los distritos de Tauca, Santa Rosa, Llapo, Cabana, Huandoval, entre otros; y la que continúa de frente nos conduce en forma directa a Pallasca, Conchucos y Pampas principalmente, (esta zona se encuentra en 3200 msnm. como promedio). Descendiendo de Pallasca se ubica la ruta antes mencionada que nos lleva a la parte norte de la cuenca, pero como se dijo es muy poco usada. (Fotografía N° 1)

b) La segunda Ruta (Provincia de Santiago de Chuco)

Esta ruta nos conduce a la parte nor-occidental alta de la cuenca. Para llegar a esta parte de la cuenca se va por la panamericana hasta el kilómetro 560 en Trujillo, aproximadamente a 8 horas de Lima.

Llegando a Trujillo se toma la carretera que va hacia el este, pasa por el distrito de Laredo y poco después empieza a ascender hasta arribar al desvío de Otuzco (2600 msnm). La ruta de la izquierda se llega Otuzco y la de la derecha continúa la ruta a Shorey y hacia la cuenca del Río Tablachaca,

En Shorey se encuentran 2 rutas, la primera, que continúa de frente, nos conduce a Quiruvilca, Huamachuco, Pataz y Cajamarca; y la que va hacia la derecha se dirige a la cuenca del río Tablachaca, conduciéndonos a Santiago de Chuco y Cachicadán especialmente; aunque hay algunas partes de la cuenca que se puede llegar siguiendo la ruta a Quiruvilca. (esta zona de la cuenca se encuentra 3200 msnm. en promedio).

El viaje desde Trujillo hasta Santiago de Chuco puede tomar de 6 a 8 horas, actualmente la carretera de Otuzco hasta Shorey se encuentra en proceso de ensanchamiento y asfaltado por lo que el tiempo se reduciría. (Fotografía N° 1)

2.1.2) Empresas y Medios de Transporte

Para llegar a las poblaciones de la cuenca se pueden tomar ómnibus directos desde Lima o desde Chimbote o Trujillo, dependiendo cuál de las 2 rutas. Las empresas que van por Chimbote llegan solo hasta Pampas y Conchucos y las que van por Trujillo solamente hasta Santiago de Chuco y Cachicadán. Es por esto, que para llegar a las minas es necesario el uso de camionetas particulares, llegando incluso a usar caballos y burros para el transporte.

Las principales empresas son:

De Lima a Chimbote y a Trujillo existen infinidad de empresas de transporte e inclusive transporte aéreo.

Para la primera ruta (por Chimbote):

- Expreso Andía (Fiori)
- Apóstol Santiago (Fiori)
- La Perla del Alto Mayo (Fiori)

Van directo desde Lima con una pequeña escala en Chimbote. Estas empresas salen de Lima en las mañanas 4 veces por semana.

Para la segunda ruta (por Trujillo):

- Expreso Días (La Victoria)
- Expreso Horna (La Victoria)
- Ágreda (La Victoria)

Los ómnibus que van directo desde Lima hacen trasbordo y se tiene que esperar de 3 a 6 horas en Trujillo para continuar el viaje. Las empresas que van desde Lima salen en la noche; sin embargo hay otras empresas que hacen el recorrido desde Trujillo únicamente; estas empresas salen y retornan en las mañanas y en las tardes.

2.2) CLIMA Y ECOLOGÍA

El área se halla comprendida dentro de la vertiente del pacífico y llega hasta la zona del nevado de Pelagatos el cual se encuentra a más de 5000 msnm, este nevado es la unión septentrional de la cordillera blanca y la cordillera negra. La cuenca presenta un periodo de lluvias bien marcado entre los meses de Diciembre y Marzo. La pluviometría de la cuenca se encuentra detallada en el Apéndice 2.

Dentro de este contexto árido, el zoneamiento climático y vegetacional, es vertical y está controlado principalmente por la altitud. Desde el nivel del mar hasta los 1,500 m. la zona es árida, con algunos bosques localizados por acción de las nieblas costeras.

De los 1,500m. a los 2,500m. se presenta una capa de suelo y en la estación lluviosa desarrolla pasto y alguna vegetación arbórea, si se cultiva adecuadamente habrá un buen desarrollo. Las condiciones óptimas para la agricultura se presentan entre los 2,500 y los 4,000 m.

Sobre los 4,000 m, es demasiado frío para que crezcan árboles, excepto en lugares propicios donde existe una cobertura densa de pasto que sirve de sustento al ganado. A la altitud de 5,000 m. la vegetación desaparece y las laderas están tapizadas de roca triturada, originada por la acción de congelamiento.

El zonamiento climático vertical tiene una incidencia directa en el trabajo geológico de campo, debido a que las zonas climáticas pueden revelar cambios abruptos en las fotografías aéreas, que constituyen la más valiosa herramienta del geólogo y que en ciertas circunstancias es fácil confundir éstas con rasgos geológicos.

2.3) COMUNIDADES

La cuenca se encuentra muy cercana a Chavín de Huantar; por varios siglos la Cultura Chavín, la más antigua cultura difundida, estaba localizada en un estrecho y accidentado valle de la vertiente oriental de la Cordillera Blanca y su origen se remonta a 1,200 años A.C.

La distribución de los asentamientos humanos en la cuenca está controlada principalmente por la altitud y la gran mayoría de los distritos y anexos andinos se encuentran en altitudes entre 2,500 y 3,500 msnm.

Los asentamientos humanos situados a menor altitud generalmente están cerca de los torrentes rápidos, mientras que los situados por encima de aquellas altitudes se relacionan con las actividades de la industria minera.

La gente está bien adaptada a su medio y por lo general son de mediana a baja estatura, con amplia caja torácica, y corazón y pulmones más desarrollados de lo normal, lo que es una adaptación física a la atmósfera enrarecida. Los lugares donde se encuentran las comunidades, las zonas de agricultura y de ganadería se muestran en el Plano N° 5.

2.4) FLORA Y FAUNA EN LA CUENCA

2.4.1) Flora

Los productos cultivados en la zona son: maíz amiláceo, frijol, quinua, chochos , ocas, papa, maíz duro, kinuicha, arveja y camote.

Las frutas cultivadas en la zona son: membrillo, limón, pero manzano, lima, ciruelos, melocotón, guayabos, nueces, palta, manzana, peras, toronja, nísperos, uva, naranja, tuna, granadilla, durazno, pacay, lúcuma, chirimoyas, plátano, mango y caña de castilla.

Los árboles y arbustos en la zona son: guasia, shayle, cuiguyún, quishcuba, collacucha, cushimaycudo, chinán, taclush, huandal, uño y puruccho. Las plantas utilizadas por los pobladores en labores de construcción y artesanía son: totora, carrizo o caña dura, junca, maguey, lloque, chachacoma, la penca y la cabuya, lana vegetal, quinal, suros, nogal, tantal, chinam, chilca, pájaro bobo y cuchumay.

2.4.2) Fauna

Entre los mamíferos de la zona tenemos: zorro, zorrillo, leoncillo, puma, gato montes, pacraña, vizcacha, venado, taruca, conejo de castilla, además de cuyes, conejos, ganado vacuno, ovino, caprino, equino y auquénido en las partes más altas de la cuenca.

Entre las aves presentes en la zona tenemos: Pichuchanca, picaflor, chihues, paloma torcaza, loro, pato silvestre, gallareta, huachas, zorzal, zapallero, perdiz, condor, águila, buho, chusheck, cernícalo además de la aves de corral como pollos y patos.

UBICACIÓN DE LA CUENCA

Mapa Político del Perú

Cuenca del Río Tablachaca



Figura N° 1

PLAZA DE ARMAS DE CABANA Y SANTIAGO DE CHUCO

Cabana
Pallasca - Ancash



Santiago de Chuco
Santiago de Chuco - La Libertad



3) ASPECTOS LEGALES

3.1) A NIVEL DEL PERU

3.1.1) Normatividad General a Nivel Nacional

- Constitución Política del Perú - Título III, Capítulo II: Del Ambiente y los Recursos Naturales.
- Ley del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Decreto Legislativo N° 613) .
- Ley del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM Ley N° 26410).
- Reglamento de Organización y Funciones del CONAM, Decreto Supremo N° 022-2001-PCM.
- Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, Ley N° 27446.
- Ley que regula los Pasivos Ambientales de la Actividad Minera: Ley N° 28271
- Título XIII del Código Penal - Delitos Contra la Ecología.
- Formalización de denuncias por los delitos tipificados en el Código Penal (Ley N° 26631).
- Ley de Áreas Naturales Protegidas (Ley N° 26834) .
- Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades (Ley N°26786).
- Ley del Fondo Nacional del Ambiente (FONAM Ley N° 26793).
- Ley General de Aguas (Ley N° 17752).
- Ley General de Salud (Ley N° 26842).
- Ley Orgánica para el Aprovechamiento de los Recursos Naturales (Ley N° 26821).

- Ley Sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica Ley N° 26839).
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 27308).
- Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314).
- Decreto Supremo N° 056-97-PCM y 061-97-PCM – Casos en que aprobación de EIA o PAMA requieren opinión técnica del INRENA
- Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada (1991).
- Ley de Tierras (1995).
- Se regularon las actividades de exploración minera (D.S. N°038-98-EM) (1998)
- Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación (2004).
- El año 2003, se establecen compromisos relacionados con el Desarrollo Sostenible (D.S. N° 042-2003-EM).

3.1.2) Normatividad General Ambiental en el Sector de Energía y Minas

- Uniformizan procedimiento Administrativos ante la Dirección General de Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 053-99-EM.
- Reglamento de Participación Ciudadana en el Procedimiento de aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental, a través de Audiencias Públicas aprobado a través de la Resolución Ministerial N° 728-99-EM/VMM.
- Exoneración del procedimiento de Audiencias Públicas a los Estudios de Impacto Ambiental, Resolución Ministerial N° 391-96-EM/SG .
- Aprobación de los Programas Especiales de Manejo Ambiental – PEMA, aprobado por Decreto Supremo N° 041-2001-EM.
- Resolución Directoral N° 032-97-EM/DGAA, Aprueban ficha de declaración jurada para actualización de datos de empresas o entidades autorizadas a realizar EIA en el sector.

- Resolución Ministerial N°580-98-EM/VMM, Registro de Entidades Autorizadas a realizar Estudios de Impacto Ambiental.
- Resolución Directoral N° 036-97-EM/DGAA, Presentación del Cronograma de acciones e inversiones y el porcentaje de avance físico mensualizado del PAMA.
- Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana en el Procedimiento de Aprobación de los Estudios Ambientales en el Sector Energía y Minas (RM 596-2002-EM/DM).

Con respecto a la participación ciudadana:

- En 1996, Reglamento de Participación ciudadana en el procedimiento de aprobación de los estudios ambientales (R.M. N°335-96-EM/VMM).
- En 1999, Reglamento de Participación Ciudadana en el Procedimiento de Aprobación de Estudios Ambientales (R.M. N°728-99-EM-VMM)
- En el 2002, Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana en el Procedimiento de Aprobación de los Estudios Ambientales (R.M.N°596-2002-EM/DM).

3.2) A NIVEL MUNDIAL

3.2.1) Generalidades

El impacto ambiental de la minería puede ser muy adverso si se carece de una adecuada tecnología preventiva y un marco regulador que funcione de manera apropiada.

La prevención de la contaminación, adoptada como principio en la gestión estratégica, ofrece la oportunidad de evitar o minimizar los efectos ambientales negativos de la actividad minera, a la vez que promueve la eficiencia económica en el diseño y ejecución de las operaciones.

A nivel interamericano, existen razones poderosas para que los países colaboren en el desarrollo de un marco hemisférico para la prevención de la contaminación como consecuencia de la minería metálica.

El comercio y la inversión en el sector se expanden cada vez más y muchos de los recursos naturales potencialmente amenazados por la actividad minera en la región, tienen características comunes o son incluso compartidos por los diferentes países. Asimismo, las empresas mineras operan como multinacionales.

Un enfoque interamericano de la regulación ambiental de la minería ayudaría a establecer reglas de juego comunes y evitaría la complejidad de tener estándares diferentes en las diferentes áreas de la región.

Para atender esta necesidad, el Environmental Law Institute, condujo un estudio de las legislaciones nacionales para la prevención de la contaminación en el sector minero.

Esta conducción se dio en colaboración con la Fundación Ambiente y Recursos Naturales (Argentina), Centro Especializado de Derecho y Política (Bolivia), Instituto Socioambiental (Brasil), Canadian Institute for Environmental Law and Policy (Canadá), Comité Nacional Pro Defensa de la Fauna y Flora (Chile), Centro Mexicano de Derecho Ambiental (México) y Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (Perú),.

El estudio analiza instrumentos legales tradicionales, tales como permisos, evaluaciones de impacto ambiental y fijación de estándares regulatorios, además de opciones de política como son la participación pública o el uso de incentivos económicos.

3.2.2) Evolución Legal a Nivel Mundial

El libro "Silent Spring" de Rachel Carson publicado en 1962, marcó el principio del movimiento moderno del ambiente.

A pesar del creciente desbalance en la relación entre la naturaleza y la humanidad, Carson describió los impactos de los pesticidas en los seres humanos y otros seres vivos, lo cual inició un amplio interés acerca del creciente desbalance en esta relación.

Los resultados de la búsqueda de Carson fueron verificados y reforzados en numerosas evaluaciones producidas por el Consejo Social y Económico de las Naciones Unidas, durante la Década del Desarrollo Mundial (1960-1970), así como también las estrategias formuladas durante la Segunda Década del Desarrollo Mundial (1970-1980).

El 28 de mayo de 1968 el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas (ECOSOC) aceptó una propuesta de Sveker Astrom, el embajador suizo ante las Naciones Unidas, para explorar la posibilidad de realizar una conferencia internacional sobre los seres humanos en el ambiente. Basados en las recomendaciones de ECOSOC, la Asamblea General de las Naciones Unidas del 6 de diciembre de 1968, autorizó al consejo conducir una conferencia.

Reportes subsecuentes por U Than, Secretaría General de las Naciones Unidas, subrayaron la urgente necesidad de nuevas concepciones y actitudes hacia el ambiente. Estos reportes formaron la base para la resolución, adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas del 15 de septiembre de 1969, para patrocinar y ser el anfitrión de La Conferencia de las Naciones Unidas para el Ambiente Humano

La Conferencia de Estocolmo realizada del 5 al 16 de junio de 1972, incluyó la participación de 113 países y docenas de observadores, pero la Unión Soviética y algunos pocos países de Europa del Este boicotearon la conferencia en protesta ante estipulaciones que excluyeron algunos países de su región de participar en la conferencia en iguales términos que otros países.

Por resoluciones especiales, la Conferencia de Estocolmo designó el 5 de junio como el Día Mundial del Ambiente, declaró 26 principios para la conservación de la naturaleza, la protección de las especies y los derechos humanos; ampliamente estimuló una mejor integración de las políticas de desarrollo y ambiente para fomentar más formas sostenibles de desarrollo; y estableció el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Representantes a la primera conferencia del PNUMA al año siguiente, unánimemente acordaron que a los temas de ambiente y desarrollo se les debía asignar la prioridad más alta, exigiendo la integración central de consideraciones ambientales en todas las agendas.

La Estrategia Mundial para la Conservación (WCS), emitida por el Foro Mundial de Conservación (UICN) en 1980, contenía un enfoque sistemático hacia el desarrollo enfocado en el manejo ecológico de los recursos vivos, para asegurar la continuidad de la vida y biodiversidad para la satisfacción de las necesidades humanas del presente y futuro.

El reporte de la WCED (Nuestro Futuro Común / Brundtland Report), formó la fundación para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo (UNCED), también conocida como la Cumbre de la Tierra, realizada en Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992.

Esta conferencia, a la que asistieron delegados de 197 países, dio como resultado el establecimiento y la ratificación de acuerdos internacionales, incluidos entre otros los siguientes:

1. Los principios de Río para el desarrollo sostenible.
2. La agenda 21 (LA21) – un escrito que define el marco para la legislación y la implementación del desarrollo sostenible.
3. La Convención sobre Bosques y otros acuerdos sobre conservación.
4. La Convención sobre Cambio Climático (UNFCCC)
5. La Convención sobre Biodiversidad (CBD)

La Cumbre de la Tierra de Río levantó la conciencia del mundo sobre la interdependencia y la influencia mutua de los factores social, económico y ambiental y el reconocimiento de que el éxito de cualquier programa o acción tomada para responder a la crisis ambiental, dependería de un esfuerzo continuo y concertado y debería ser proclamado para la sostenibilidad a largo plazo.

De aquí nació el concepto de desarrollo sostenible como una forma de desarrollo que logra llenar las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de llenar sus propias necesidades.

La última Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (WSSD), se llevo a cabo en Johannesburgo, del 26 de Agosto al 4 de Septiembre del 2002, una década después de la Cumbre de la Tierra.

A la conferencia de Johannesburgo asistieron delegados de aproximadamente 190 países, incluyendo líderes gubernamentales y representantes de grupos ciudadanos y comunidades, instituciones de las Naciones Unidas, instituciones financieras internacionales y otras entidades que comparten el interés por el ambiente.

El WSSD trató de evaluar cuanto han avanzado las naciones en el camino del desarrollo sostenible para identificar los límites que hemos afrontado y formular los próximos pasos que debemos tomar para afrontar la situación mundial actual.

Adicionalmente, el propósito de la WSSD fue renovar los compromisos hechos por los líderes mundiales en Río diez años atrás y determinar prioridades de acción futura relacionadas con los temas tratados en reuniones anteriores, así como también temas que han surgido recientemente.

3.2.3) Normas Internacionales de Control Ambiental

a) ISO 14001

La ISO 14000 es una serie de normas internacionales para la gestión medio ambiental. Es la primera serie de normas que permite a las organizaciones de todo el mundo realizar esfuerzos medio ambientales y medir la actualización de acuerdo a los criterios aceptado internacionalmente.

La ISO 14001 es una norma voluntaria y fue desarrollada por la Organización Internacional de Estandarización (ISO) en Ginebra. La ISO 14001 puede ser aplicable a organizaciones de todo tipo y dimensiones, además de albergar diversas condiciones geográficas, culturales y sociales.

El objetivo general de la ISO 14001 así como todas las normas de la serie ISO 14000 es apoyar la protección medio ambiental y la prevención de la contaminación en armonía con las necesidades socioeconómicas. La ISO 14001 se aplica a cualquier organización que desee mejorar y demostrar a otros su actuación medio ambiental, mediante un sistema medioambiental certificado.

Las Normas ISO 14000 son básicamente de dos tipos: lineamientos y especificaciones; de las cuales solo la ISO 14001 es una norma de especificación que es un modelo de Sistema de Administración Ambiental.

Al implementar la norma ISO 14001 se consigue lo siguiente:

- Definir los aspectos e impactos ambientales significativos para la organización.
- Plantear objetivos y metas para demostrar desempeño ambiental.
- Establecer programas de administración ambiental.
- Definir la política ambiental de la organización.

Ventajas de la Certificación:

- Implementar, mantener y mejorar un Sistema de Administración Ambiental
- Demuestra ante la autoridad competente la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental.
- Es la evidencia para la comunidad, o cualquier parte interesada, de un sano desempeño ambiental que respalda la imagen de la empresa.
- Actualmente, se ejerce presión y estímulo proveniente de las autoridades ambientales y otras comunidades, para lograr un desempeño ambiental sano y la conservación de los pocos recursos naturales que poseemos.

b) ISO 26000 (Responsabilidad Social)

Hasta hace una década atrás, el énfasis estaba centrado en los estándares de calidad de productos. Sin embargo, a partir de la ISO 14000 se incorpora la variable ambiental dentro de la categoría de estandarización. Con la ISO 26000 sobre Responsabilidad Social, cuyo objetivo integral es económico, ambiental y social, se entra a la tercera generación de estándares internacionales.

La Responsabilidad Social ha sido impulsado con mucha fuerza fundamentalmente por organismos multinacionales, en base a criterios desarrollados en Europa y Norteamérica, y se ha ido consolidando a partir de la difusión durante la década pasada del concepto de desarrollo sostenible.

Esta ley aun se encuentra en proceso de formulación. El desarrollo de esta norma es una decisión tomada y ya está lanzada; cuando se adoptó esta determinación, la ISO estableció un marco de referencia para su formulación, el cual en su mayor parte fue ratificado en la primera reunión plenaria efectuada en Brasil en marzo del 2005.

3.3) DECRETOS ESPECÍFICOS

3.3.1) Decretos en el Sector Sub- Minero

- Resolución Directoral N° 440-2004-MEM/AAM: Aprobación de Formatos de Declaración de Impacto Ambiental
- Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades Mineras, aprobado a través del D.S. 016-93-EM modificado por D.S. 059-93-EM .
- Modelo de Contrato de Estabilidad Administrativa Ambiental en base al PAMA de las Actividades Minero Metalúrgicas (Resolución Ministerial N° 292-97-EM/VMM).
- Reglamento Ambiental para las Actividades de Exploración Minera (Decreto Supremo N° 038-98-EM).
- Modificación del Reglamento para la Protección Ambiental en las actividades Minero Metalúrgicas aprobado por Decreto Supremo N° 058-99-EM.
- Ley de Fiscalización Minera aprobada a través de la Ley N° 27474 .
- Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM, aprueba los Niveles Máximos Permisibles de Emisión de efluentes líquidos para las actividades minero metalúrgicas.

- Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM, aprueba los Niveles Máximos Permisibles de Emisiones de gases y partículas para las actividades minero metalúrgicas.
- Resolución Directoral N° 016-95-EM/DGAA Formulario de la Declaración Jurada PAMA, para pequeños productores mineros.
- Resolución Ministerial N° 353-2000-EM/VMM, Escala de Multas y Penalidades por incumplimiento del TUO de la Ley General de Minería y normas reglamentarias.
- 1993, 2003, Planes de Cierre para las operaciones de minado subterráneo y a cielo abierto (Ley N°28098).

Con respecto a las empresas consultoras:

- 1992, Registro de Entidades Autorizadas a realizar EIA (R.M. N° 143-92-EM/VMM).
- 1998, Registro de Entidades Autorizadas a realizar EIA (R.M. N°580-98-EM/VMM).
- 2003, Registro de Entidades Autorizadas a realizar Planes de Cierre (R.M. N°627-2003-MEM/DM).

3.3.2) Legislación en la Prevención de la Contaminación Minera

Las leyes, políticas y técnicas de gestión son fundamentales para hacer de la prevención un componente clave en las operaciones mineras sostenibles.

En ese sentido, muchas de las aproximaciones legales y de política existentes pueden requerir la identificación e integración de la prevención de la contaminación en las operaciones de minería metálica.

En esta parte del estudio, se identifica el universo de instrumentos y políticas a utilizar para fomentar dicha prevención. Asimismo, se explica las diversas funciones que cada tipo de instrumento legal, de diseñarse de manera apropiada, puede desempeñar como soporte de un programa de prevención de la contaminación.

Se tienen los siguientes Instrumentos Legales y Políticas:

a) *Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)*

Se adoptó a partir de 1993. Es el estudio de línea base que permite identificar las posibles fuentes de contaminación en un proyecto e implementar los procesos de mitigación de dichas fuentes contaminantes.

El propósito de llevar a cabo un EIA es establecer las condiciones ambientales existentes, dentro y en el ámbito de influencia del proyecto para evaluar posibles impactos que pueden ser ocasionados por el proyecto e identificar las medidas de mitigación necesarias que serán necesarios para eliminar o minimizar los impactos a niveles aceptables.

Un proceso de EIA se compone básicamente de los 5 pasos siguientes:

- Establecer las condiciones ambientales existentes
- Identificar anticipadamente los tipos de impactos, utilizando las metodologías más apropiadas al tipo de proyecto y a su naturaleza
- Estimar la extensión y magnitud de los impactos previstos
- Interpretar el significado de los impactos
- Comunicar los resultados a la autoridad pertinente

Las categorías ambientales de análisis y evaluación que pueden ser afectadas por las operaciones de beneficio y minería son:

- Ambiente Físico: aire, agua, tierra y recursos
- Ambiente Biológico: ecosistemas terrestres y acuáticos
- Ambientes Socio-Económicos
- Ambiente de Interés Humano

b) Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA)

Se adoptó a partir de 1993. El Propósito del PAMA es mitigar y prevenir el deterioro ambiental futuro causado por las operaciones mineras y de beneficio existentes. La mitigación incluye el logro de la reducción en la concentración de los contaminantes liberados por las operaciones de minería y beneficio en el ambiente a niveles iguales o menores a los límites máximos permisibles (LMPs) ordenados y establecidos legalmente por el MEM (La Autoridad Competente).

Los PAMA deben desarrollarse en cinco años, con la excepción de algunas operaciones como las de fundición, para las que el plazo de adecuación es de diez años. Las empresas mineras deben realizar una inversión anual mínima del 1% de los ingresos del año respectivo para llevar a cabo el programa.

Las autoridades tienen un plazo de cuatro meses para aprobar un PAMA y su silencio se interpreta como aprobatorio. El proceso no ofrece al público posibilidades de participar ni en la elaboración ni en la aprobación.

Los planes de cierre son requeridos en Perú como parte del EIA o el PAMA. Sin embargo, las recomendaciones en las guías de gestión ambiental para dichos planes se concentran en el tratamiento y disposición de residuos y no exigen ninguna medida preventiva.

3.3.3) Integración de Instrumentos Legales en una estrategia de Prevención

a) En la Fase de Exploración

Los Instrumentos Legales, de Política y de Gestión son los siguientes:

- Evaluación de Impacto Ambiental para identificar los impactos potenciales de un proyecto antes de que se lleve a cabo.
- Estándares para prevenir el drenaje ácido y la clasificación de residuos.
- Estándares para regular la construcción de las instalaciones y la operación de las mismas, así como las unidades de manejo de residuos.
- Estándares regulatorios para la prevención.
- Sistemas de gestión ambiental que dispongan sobre la manipulación de sustancias tóxicas.
- Incentivos económicos y seguridades financieras que garanticen una completa restauración.
- Planificación para las etapas de explotación, cierre y post-cierre.
- Exigir monitoreo e información sobre los derrames.
- Restricciones en el uso de suelos, en base a la naturaleza y uso preexistente del terreno.

b) En la Fase de Explotación y de Cierre

- Uso de EIA's y requisitos de planificación y autorización para evitar la creación de problemas ambientales en el largo plazo.
- Incorporación de estándares para el cierre en el diseño del proyecto para establecer un tope clave en base al cual evaluar la conducta e imponer responsabilidades ante los incumplimientos.

- Implementar sistemas de gestión ambiental para contribuir a que los operadores cumplan sus obligaciones de cierre.
- Diseño de mecanismos de seguridad financiera que reflejen adecuadamente el costo de las obligaciones presentes y futuras generadas por el tratamiento y limpieza del sitio.
- Uso de información al público y transparencia para elevar la efectividad de los controles posteriores a la explotación, asegurando que las áreas de disposición queden desafectadas luego del cierre y no generen riesgos para la población local.
- Garantizar el cumplimiento de todas las obligaciones de post-cierre a través de la participación de público en el procedimiento para levantar los mecanismos de seguridades financieras.

Los planes de Cierre de mina a nivel conceptual se establecieron a partir de 1993 y en el año 2003 se incorpora el concepto de garantía para el cumplimiento de Planes de Cierre así como medidas de cierre progresivo, cierre final y post cierre; la Política ambiental en los Planes de Cierre tiene un doble alcance:

- En primer lugar, reglamenta los planes de cierre de las nuevas operaciones, las cuales se encuentran sujetas a las provisiones de la Ley de Medio Ambiente.
- En segundo lugar, busca controlar o contener los actuales niveles de contaminación minera, producto de operaciones anteriores a la promulgación de la actual legislación. Las actividades de exploración y de pequeña minería cuyo impacto no sea significativo para el ambiente deben también adoptar medidas de cierre de operaciones y rehabilitación de terrenos e informar sobre las mismas.

4) GEOLOGÍA

4.1) GEOLOGÍA REGIONAL

4.1.1) Descripción

Desde el punto de vista geológico se puede señalar que la región estudiada en épocas pasadas constituyó una gran cuenca de sedimentación en donde se depositaron unidades litológicas de facies tanto marina como continental.

Posteriormente, éstas fueron deformadas tanto por el emplazamiento de plutones de magnitud batolítica como por movimientos orogenéticos y epirogenéticos, que generaron esfuerzos de compresión, tensión y cizallamiento, testificados por el levantamiento de los Andes y por el desarrollo de un gran número de estructuras geológicas (fallas, pliegues y sobrescurrimientos), que han alcanzado su desarrollo en el sector oriental de la cuenca.

Las rocas que se presentan son sedimentarias, ígneas (intrusivas y extrusivas) y metamórficas. Las rocas sedimentarias están representadas principalmente por calizas, lutitas, areniscas y conglomerados.

Entre las rocas ígneas intrusivas, predominan las de composición granitoide (granitos, granodioritas, etc.) y forman parte de intrusiones batolíticas; además, existen intrusiones menores de composición aplítica, derrames y aglomerados de composición andesítica, riolítica y dacítica.

Las rocas metamórficas están conformadas principalmente por cuarcitas y pizarras destacando las cuarcitas por su morfología conspicua y coloración blanca a rojiza y su resistencia a la erosión.

La unidad geológica de mayor distribución en la cuenca es el Grupo Calipuy, compuesto por rocas volcánicas que conforman la Cordillera Negra llegando a prolongarse hacia el sur este muy cerca de Cajatambo.

Las rocas volcánicas del Grupo Calipuy han recibido stocks graníticos y sub volcánicos porfiríticos que en algunos casos han originado yacimientos mineralizados.

4.1.2) Características Geológicas y Geoambientales

a) Geomorfología

En el área se reconocen tres principales unidades geomorfológicas las cuales son: la superficie Puna, la etapa valle de erosión y la etapa cañón de erosión.

a.1) Superficie Puna

Presenta una topografía suave y ondulada, y es reconocible en gran parte de la región, a pesar de haber sufrido una fuerte disección posterior. Esta superficie puna, por lo general se encuentra a una altitud de 4200 - 4400 msnm., aunque tiene variaciones locales.

Los mejores ejemplos de la superficie Puna, están en la Cordillera Occidental. Las pampas alrededor del Alto del Cóndor y el área al Oeste de los nevados de Rosko, en el cuadrángulo de Pallasca. En otras áreas la erosión posterior ha modificado fuertemente a esta superficie, encontrándose ahora como remanentes aislados.

No se ha reconocido la superficie Puna en la Cordillera Negra. Tampoco se la ha reconocido en la Cordillera Blanca, cuyas cumbres quedan de 1000 a 2000 m, arriba de los remanentes de la superficie que bordean su flanco Nororiental.

El hecho de que la cordillera consiste de rocas intrusivas resistentes a la erosión, da la impresión de que se trata de un relieve residual encima de la superficie Puna.

Sin embargo, el contraste brusco en una distancia corta, indican que esta posibilidad no es factible. Más bien se trata de un levantamiento de la cordillera, después del desarrollo de la superficie Puna.

a.2) Etapas de Valle y Cañón

El río Santa y sus tributarios respectivos, cortan ampliamente la superficie Puna; aunque los valles principales podrían haberse profundizado hasta cierto punto por factores tectónicos, ellos son mayormente productos de erosión.

En todos los valles de la región se reconoce en sección transversal. una parte alta ancha y abierta y una parte inferior encañonada, las cuales son denominadas: etapa valle y etapa cañón respectivamente.

En la cuenca del río Santa se nota un amplio desarrollo de ambas etapas. La etapa valle está representada por el terreno de pendiente suave que comúnmente forma una terraza, ubicada entre en el río Marañón y la superficie Puna.

La etapa valle, incluye principalmente al Callejón de Huaylas y el curso alto del río Santa; aunque la parte baja del Callejón de Huaylas, está localmente encañonada; la expresión típica de la etapa cañón, está ubicada en el cañón Del Pato y el curso del río Santa, aguas abajo de Huallanca.

La etapa valle del río Santa, está asociada con terrazas de erosión y terrazas de acumulación. Como ejemplo de las primeras, se tiene la plataforma, aprox. a 2900 msnm, ubicada en el flanco Occidental del cañón Del Pato.

Las terrazas de acumulación (gravas y conglomerados). son relativamente abundantes entre el río Santa y la Cordillera Blanca al Norte de Yungay, se encuentran a 3000 - 3300 msnm.

Se presenta un marcado contraste de pendiente entre las etapas valle y cañón. En la primera, la gradiente varía aproximadamente entre 0.9 % y 1.6 %, mientras en la etapa cañón. generalmente no baja de 3.5 a 4.0 %.

b) Geología Estructural

Las zonas de vulnerabilidad están mostradas en el Plano N° 4. El área está comprendida por estructuras plegadas y sobre escurrimientos resaltándose que éstos se desarrollan exclusivamente en la facies de cuenca de los sedimentos del Jurásico superior y Cretáceo.

Los pliegues en esta área tienen orientación preferencial noroeste_sureste variando en forma y tamaño según la naturaleza de las rocas en que se han desarrollado; las formaciones Cretáceo_Jurásicas generan pliegues de hasta 20 km. de largo y 34 km. de ancho, comúnmente concéntricas, solo las arcillitas de la Formación Chicama tienden a producir pequeños pliegues disarmónicos.

Los sobreescurrecimientos principales se encuentran mayormente concentrados entre Pampas y Conchucos, están típicamente asociados con anticlinales grandes llegando algunos a pasar los 100 km. de largo, buzando fundamentalmente hacia el Oeste.

Las estructuras geológicas en la cuenca revelan el fuerte tectonismo causado por la orogénesis del fin del Cretáceo y movimientos posteriores que dieron lugar a plegamientos y dislocamientos en bloques, mientras que las rocas volcánicas no presentan mayor deformación.

Con respecto al control estructural del drenaje; el resultado directo de movimientos posteriores a la Formación de la superficie Puna, como son el levantamiento de la Cordillera Blanca y probablemente de la Cordillera Negra, fue la formación del valle alto del Santa, el cual fue profundizando más tarde por erosión.

En el resto de la región, el drenaje muestra un control estrecho por las estructuras pre-superficie Puna. Al producirse el levantamiento general andino, los ríos comenzaron a profundizar sus cauces, y las estructuras pre-existentes jugaron un papel importante en el desarrollo de sus valles.

c) Características Metalogénicas

La distribución de los yacimientos metálicos está comprendida dentro de la provincia metalogénica occidental, que abarca la subprovincia polimetálica de la Cordillera Occidental y el sector Intercordillerano.

Los distritos mineros comprenden fajas polimetálicas auríferas y depósitos de carbón asociadas a eventos magmáticos, relacionados al Batolito de la Cordillera Blanca.

En la faja polimetálica se puede distinguir una asociación mineralógica cobre, zinc, plomo, plata presentándose mayormente en estructura vetiformes con reservas de pequeña magnitud, existiendo reservas de carbón emplazadas en la Formación Chicama y en la base del Grupo Goyllarisquizga, presentándose mantos estratiformes de poco grosor de naturaleza antracítica.

Estos yacimientos no son explotados en forma industrial. Para el carbón, las áreas más prometedoras para el desarrollo están entre Caraz y Carhuaz, como entre Tarica y Sihuas (Corongo).

c.1) Características de la Mineralización

Las asociaciones mineralógicas de las áreas, mineralizadas son polimetálicas, siendo las principales de plomo-plata-zinc-cobre; tungsteno-cobre-plomo-plata y cobre-plomo-plata-hierro.

Las especies minerales que ocurren son las siguientes: de plomo-plata (galena argentífera), de zinc (esfalerita), de plata (argentita, pirargirita y proustita), de cobre (malaquita, crisocola, azurita, bornita, calcopirita, enargita y covelita) de antimonio (estibinita), de hierro (magnetita, hematita, arsenopirita, piritita y marcasita) y tungsteno (wolframita, hubnerita y wulfenita).

c.2) Distribución de los cuerpos mineralizados

En términos generales, los depósitos de minerales metálicos se localizan en zonas de fracturamiento desarrolladas tanto en rocas sedimentarias como volcánicas e intrusivas. Por lo regular, los depósitos son de relleno de fractura, de reemplazamiento y metasomáticos de contacto originados por soluciones hidrotermales procedente de magmas intermedios y/o ácidos.

El potencial minero metálico de la zona estudiada está circunscrito principalmente a lo largo de la Cordillera Negra, al sector de la cuenca del río Chuquicara y, en menor escala, a lo largo del flanco occidental andino, ocurriendo en cinco áreas mineralizadas: Recuay-Aija, Huaraz-Cerro Quellaycancha, Cerro Pajilla-Pallasca, Cerro Pucacruz-Cerro Patara y Lacramarca-Cerro Ichialicán.

De éstas, las tres primeras son las de mayor importancia porque de ellas provienen el mayor volumen de la producción, destacando en este sentido las minas Hércules, Tarugo, Jecanca, Santo Toribio, el agrupamiento de concesiones Pasto Bueno y Chuvilca.

c.3) Faja mineralizada de la Cordillera Negra

En esta se ubica la Cordillera Negra con un rumbo general de Noroeste Sureste con mineralización esencialmente polimetálica de plomo, plata, zinc y cobre presentándose en rocas sedimentarias mesozoicas y volcánicas terciarias (Grupo Calipuy), es muy común su asociación con pequeños stocks que en algún caso no afloran en superficie.

Los yacimientos generalmente se presentan en vetas tipos rellenos de fisuras u otros depósitos se presentan en disseminaciones y mantos, pero no son comunes en el área.

c.4) Faja mineralizada de la Cordillera Blanca

La mineralización característica de esta faja está constituida por plomo, plata, zinc y cobre; siendo característica su presencia en el contacto entre las rocas ígneas del Batolito de la Cordillera Blanca y la Formación Chicama, presentándose también en secuencias cretácicas como por ejemplo en las calizas de la Formación Santa.

Debe destacarse la presencia de Wolframio en la zona oriental de este Batolito que, se hace característico en la zona de Pallasca como por ejemplo en las minas "Mundo Nuevo" y "La Victoria", en donde se encuentra al Wolframio en asociación con el molibdeno.

Es importante anotar que en el flanco sur occidental del Batolito de la Cordillera Blanca, incluyendo gran parte del Callejón de Huaylas, existen grandes áreas que no evidencian mineralización superficial, lo cual no implica que sean zonas de menor importancia.

d) Glaciaciones y sus efectos

De acuerdo con Wilson y Reyes (1967), en esta región se reconocen dos principales glaciaciones: una Pleistocénica y la otra Holócenica. Los efectos de esta última, están mayormente restringidos a las partes altas de la Cordillera Blanca y el Macizo de Rosko, donde es común encontrar morrenas a altitudes de 4600 - 4800 msnm; ejemplo de ello, se encuentran en los flancos altos de los Nevados Huandoy y Matarrajo.

La glaciación Pleistocénica afectó grandes áreas de la Cordillera Occidental, especialmente a las Cordilleras Blanca y Negra, y toda la parte alta de la Cordillera Oriental.

En las partes altas de las Cordilleras Negra y Oriental se muestran abundantes ejemplos, relativamente pequeños de circos glaciares, valles en forma de "U", morrenas, lagunas y otros. En ambos casos, el límite inferior indicado por las morrenas, se encontraba cerca de 3400 msnm. En la Cordillera Blanca y sus alrededores, los efectos glaciares alcanzan su máximo desarrollo en cuanto a variedad y escala.

Los mayores efectos erosivos de los glaciares, son los valles profundos y estrechos que cortan esta cordillera, siendo los mejores ejemplos las quebradas Santa Cruz, Llanganuco y Honda.

El desnivel entre el fondo de estas quebradas y los picos de los nevados es de aproximadamente 2000 m. En algunos de estos valles, se encuentran lagunas llenando pequeñas cuencas erosionadas por los glaciares o represadas por morrenas. Los valles glaciares más importantes de la Cordillera Blanca, están asociados con fallas o zonas de fracturamiento.

El material derivado de la Cordillera Blanca, se depositó en los terrenos bajos adyacentes como morrenas y extensos mantos fluvio-glaciares. Las morrenas son abundantes al pie del flanco Occidental de la cordillera (Quebrada Honda, Llanganuco, etc.). Se aprecia el mismo fenómeno en menor escala, en el flanco Oriental.

Los mantos fluvio-glaciares están mayormente restringidos al pie de monte, entre la Cordillera Blanca y el río Santa, donde alcanzan un desarrollo extenso; consisten principalmente de gravas y arenas poco consolidadas.

e) Características Geoambientales

Los factores Geoambientales en esta cuenca son muy importante tenerlos en cuenta por el alto nivel de riesgo para el medio ambiente que ellos representan, tal es el caso de las condiciones geomórficas, procesos erosivos variados, composición litológica y alta sismicidad registrada en la región.

Las geoformas de la cuenca son fundamentalmente del tipo, cordilleras altas y un fondo de valle orientado de Nooeste a Sureste. La unidad de Cordillera presenta elevaciones sobre los 5000 msnm y pendientes altas que condicionan cualquier actividad especialmente a la actividad minera, ocasionado por el gran movimiento de recursos geológicos que en algunos casos llegan a originar inestabilidad de los terrenos.

Los procesos de erosión son de carácter variado e intenso principalmente en la zona alta debido a la presencia de depósitos morrénicos en la denominada Cordillera Blanca. También es de considerar la actividad erosiva del río Santa en el período lluvioso de diciembre a marzo, especialmente en el área baja e intermedia, afectando a sectores de litología inestable y fracturada por el tectonismo de la cuenca.

La sismicidad de la cuenca es considerada como un factor de alto riesgo para toda actividad minera que se involucre en el área si es que no se toman las precauciones del caso, especialmente en la infraestructura minera como es el caso específico de los depósitos de relaves abandonados e incluso los activos.

4.2) GEOLOGÍA LOCAL

La geología de la cuenca del río Tablachaca se muestra en el Plano N° 1 y la columna estratigráfica se muestra en la Figura N° 2

4.2.1) Descripción

a) Región Pasto Bueno

En esta región se manifiesta muy claras las relaciones de las vetas con una roca plutónica, que aparece en la superficie en una extensión muy grande gracias a una erosión en gran escala. También se ve las relaciones entre esta roca y la formación de pizarras negras Titonianas, las que sirven de cubierta sedimentaria. Son dos las formaciones que aparecen en superficie la de pizarras negras y el Granito de profundidad.

El batolito granítico aflora en la quebrada de Pelagatos, hasta la parte más baja, abarcando también el lado NO de la de Pasto Bueno; su afloramiento en superficie se debe a la denudación de los terrenos sedimentarios que lo cubrían, y la parte inferior de esta cubierta, las pizarras titonianas afloran en las partes más elevadas.

Estas pizarras ocupan una extensión considerable, todas las alturas al norte de la quebrada de Pelagatos no habiendo otra que aparezca en Huaura, Huallapón y Jajarajao y las partes altas de la quebrada de Pasto Bueno.

El batolito granítico de Pasto Bueno corresponde al núcleo de un gran anticlinal y aflora en esta zona de pizarras Titonianas. Dentro de la formación hay también paquetes bastante potente de cuarcitas, como aquel en el cual se encuentran las vetas de Huayllapón, Jajarajao y las de Berlín. Sobre estas capas y buzando en el mismo sentido, se encuentra una gran parte de la formación de la que aflora en el trayecto de Jarajao y Pasto Bueno.

Al lado sur de la quebrada de Pelagatos cerca de Consuzo, la primera formación que aparece en las inmediaciones del granito es una de cuarcitas, con toda la apariencia de cuarcitas Neocomianas.

En el camino de herradura de Pasto Bueno, aflora en gran parte del trayecto el batolito de Huaura, hasta uno 3 km de Pampas y cuando esta roca desaparece de la superficie hace su aparición, en cambio la formación de negras que continua hasta el pueblo de Pampas, y constituye el substratum en una gran extensión de territorio alrededor de él. Se trata de la misma formación que en Huaura que se encuentra en contacto inmediato con la formación plutónica.

En cuanto al metamorfismo provocado en estas por el contacto con el granito, es de escala variable y es el mismo que se produce en la zona de Huaylas y Pallasca en contacto con la roca en profundidad.

b) Región Nuevo Mundo

Dos son las regiones principales que afloran en Nuevo Mundo-Tamboras, diferentes en su naturaleza litológica y en edad geológica; y son una importante formación de pizarras negras, con algunas capas cuarcíticas y numerosas intercalaciones eruptivas y una formación potente también, de cuarcitas y areniscas, generalmente en bancos gruesos.

La geología de las es Titoniana en la parte superior y la parte inferior Valanginiana. La formación de cuarcitas es la continuación de la poderosa formación de cuarcitas y Areniscas que afloran en todo el territorio nacional, contenida la región de Lima y que contiene Carbón explotable.

Los fósiles son muy escasos en estas formaciones en la región, solo se han encontrado Amonites en las negras cerca del campamento Mundo Nuevo, lo cual hace concluir que no pertenece a la formación de pizarras Titonianas.

Los datos paleontológicos se encuentran corroborados por las relaciones estratigráficas con las formaciones asociadas con las cuarcitas Neocomianas. En condiciones normales las cuarcitas descansan sobre las negras que son más antiguas.

A unos 2 km del Campamento Nuevo Mundo se encuentra el límite entre ambas formaciones, la que contrastan fuertemente en el aspecto de sus afloramientos. La potente formación de cuarcitas esta situada en aparente concordancia sobre las capas más elevadas de la formación pizarras de negras.

No es lo mismo con las formaciones que pasan por el campamento Mundo Nuevo, pues no se encuentran superpuestas sino yuxtapuestas, gracias a un contacto anormal debido a la existencia de una gran falla.

El límite entre los afloramientos de ambas formaciones lo constituye una veta llamada "Blanca Susana" muy cerca al caserío de Mundo Nuevo. Hacia el este de esta veta aparecen en la superficie solo capas de negras, entre las cuales hay frecuentes intercalaciones, sills o dikes de rocas aplíticas. Al oeste se muestran las capas de la formación de cuarcitas.

Las capas de situadas en contacto inmediato con el espejo de falla correspondiente a esta veta buzanan suavemente al este, conservando este buzamiento moderado hasta ponerse en ocasiones en posición horizontal, hacia el lado oriental de la falla.

La potencia alcanza varios centenares de metros de acuerdo con la que posee en otras regiones del Perú y su extremo oriental, en contacto por falla con las negras, corresponde a los horizontes más elevados. Es por esto que la formación de se encuentra en contacto anormal con ellas, ha sido levantada hasta las capas más elevadas de la formación de cuarcitas.

El indicio más seguro de este accidente tectónico, es la presencia de una brecha de fricción en ciertas áreas de los afloramientos de cuarcitas entre el Campamento y la Pampa de Mundo Nuevo; pero ocupa mayor extensión en una lomada que sirve de límite sud-occidental a la Pampa Mundo Nuevo

4.2.2) Formaciones

Los Grupos y Formaciones presentes en los cuadrángulos mencionados, pertenecientes a la cuenca del Río Tablachaca son las siguientes:

a) Formación Chicama

La Formación pertenece al Titoniano. Esta Formación consiste en grosores considerables de lutitas y areniscas finas. No hay afloramientos de la base pero se supone discordantemente sobre el Grupo Pucará y formaciones más antiguas. Infrayace en discordancia paralela a la Formación Oyón. Es difícil medir su grosor verdadero debido a sus complicadas estructuras y los sobreescurrecimientos; pero se estima que esta entre 800m y 1000m

Se considera estos afloramientos extensos, son productos de factores estructurales considerando la tectónica del área. Las lutitas de esta Formación que se intercalan con areniscas son piritosas con nódulos ferruginosos, siendo más arenosas en el sector oriental.

b) Formación Oyón

Esta Formación pertenece al Neocomiano inferior. Consiste de areniscas gris a gris oscuras carbonosas de grano fino a medio, intercaladas con limoarcillitas y limolitas gris oscuras. En su parte inferior presenta estratificación delgada, con laminación fina, ondulada y paralela. En su parte media niveles limoarcillíticos con capas de areniscas y limolitas.

En su parte superior predominan areniscas y limolitas carbonosas con intercalaciones de limoarcillitas carbonosas en las cuales existen algunos niveles de carbón. La estratificación de las areniscas es lenticular y tabular.

Esta Formación sobreyace concordantemente a la Fm. Chicama y su límite inferior está definido por una transición gradacional pasando de limoarcillitas a areniscas; en el contacto superior es concordante y definido por la aparición de areniscas cuarzosas en estratos gruesos que caracterizan a la Formación Chimú.

**** Facie Oriental***

c) Formación Goyllarisquizga

Se encuentra en el intervalo del Neocomiano y Aptiano. Estas facies de plataforma consisten entre 50-350m de arenisca conglomerádica intercaladas con lutitas que sobreyacen a las unidades anteriormente mencionadas en discordancia angular.

La superficie de erosión debajo de este Grupo tiene cierto relieve apreciable, como en el contacto superior del Grupo Crisnejas que es de tipo erosional. Estas facies presentan un grosor variable, pero el máximo se encuentra en la zona de Mollebamba, en otros lugares es raro que pase los 200m, generalmente esta entre 50m y 150m

Esta Formación posee areniscas de grano grueso a conglomerádico, con intercalaciones de arcillas rojizas, marrones, grises y verdosas, las areniscas conglomerádicas se presentan en la base de la secuencia. Muchos de los clastos presentan la litología que infrayace a este Grupo.

Estos factores indican que en esta región, las facies de plataforma de este Formación consiste en material de derivación local que no ha sufrido mucho transporte. El Grupo o Formación Goyllarisquizga aparece en la cuenca solo en unos pequeños afloramientos en el distrito de Mollebamba en Santiago de Chuco.

*** *Facie Occidental***

d) *Formación Chimú*

Se encuentra en el Neocomiano y Valanginiano. Conformado por centenares de metros de cuarcitas, areniscas y arcillitas, con mantos de carbón, sobreyaciendo a la Formación Oyón e infrayaciendo a la Fm. Santa con ligera discordancia.

El grosor variable es de 150m a 400m y esencialmente comprende dos miembros, el inferior que consiste en areniscas y cuarcitas con intercalaciones de arcillita, con presencia de mantos de carbón; el miembro superior está compuesto de capas macizas de cuarcitas blancas grisáceas con escasas capas de arcillitas.

El miembro superior representa las unidades más prominentes de la región de 100m a 300m de cuarcitas blancas conteniendo en muchos casos, carbón antracítico hacia la base encontrándose en Sihuas, Conchucos y Pallasca.

e) Formación Santa

Esta Formación pertenece al Valanginiano. Consiste de 100m a 380m de calizas y arcillitas calcáreas que sobreyacen a la Fm. Chimu e infrayacen a la Fm. Carhuaz, ambos contactos con discordancia paralela. Esta Formación presenta su mayor extensión en el Callejón de Huaylas, extendiéndose al SE pero con un grosor restringido.

f) Formación Carhuaz

Se encuentra en el Aptiano y el Albiano inferior. Consiste en aproximadamente 500m de arenisca y arcillitas en discordancia sobre la Fm. Santa, infrayace a la Formación Farrat, o en los extremos sur occidentales en discordancia bajo las calizas de la Fm. Pariahuanca

La litología de esta Formación consiste en areniscas y cuarcitas finas marrones en capas delgadas con abundantes intercalaciones de arcillitas, en algunas áreas se encuentran intercalaciones de conglomerados, principalmente en la parte superior de la Formación. Las intercalaciones de caliza y yeso son comunes en la base de la Formación. La Fm. Carhuaz alcanza su máximo desarrollo en Callejón de Huaylas con un grosor aproximado de 1500m.

g) Formación Farrat

La Formación pertenece al Albiano. Esta constituida por cuarcitas finas en capas delgadas a medianas con intercalaciones de arcillas rojas.

Sobreyace a la Fm. Carhuaz con discordancia y subyace a la Formación Pariahuanca con igual relación. Alcanzan grosores entre 150m a 200m en sector norte de la región norte disminuyendo al sur y al oeste.

h) Formación Pariahuanca

Pertenece al Albiano. Consiste en calizas macizas de unos 100m de grosor. Suprayace a la Formación Farrat, y Subyace a las margas de la Fm. Chulec. Hacia el norte del callejón de Huaylas cambia las facies a secuencias clásticas, denominados Fm, Inca en Mollebamba. Esta Formación también cambia al este con un aumento de arcillitas y margas.

i) Formación Chúlec

Se encuentra en el Albiano medio y el Albiano inferior. Esta Formación aflora ampliamente a lo largo de la Cordillera Occidental del norte y centro del país.

Suprayacen a la Formación Pariahuanca e infrayace a la Formación Pariatambo en forma concordante. Presenta capas medianas a delgadas de calizas margas y arcillitas calcáreas con una gran abundancia de fauna fósil. El grosor varía de 100-250 m en el sector oriental, pero no pasa de 50m en el valle del Santa.

j) Formación Pariatambo

Esta Formación pertenece al Albiano. Consiste aproximadamente de 100m de marga y arcillitas negras con intercalaciones de caliza.

Suprayace a la Formación Chulec e infrayace a la Formación Jumasha, en contactos concordantes. En la cordillera occidental por cambio de facies laterales y adelgazamiento no es diferenciable.

Esta Formación mantiene una litología constante a lo largo de todo su afloramiento de margas, arcillitas y calizas con algunos derrames volcánicos de litología basáltica.

k) Formación Jumasha

Se encuentra entre el Albiano superior y el Turoniano. Las calizas de esta Formación alcanzan grosores de 100m a 800m y un gran afloramiento en el sector oriental de la región.

Suprayace a las formaciones albianas Pariatambo y Crisnejas en concordancia o discordancia paralela e infrayace a las margas de la Fm. Celendin en relación concordante.

Sus afloramientos son fácilmente reconocibles por su tono gris claro de meteorización y marcado efecto topográfico que logra su presencia.

Consisten en calizas y algunas dolomitas grises y amarillentas, de grano fino a medio en capas medianas a gruesos. Los conglomerados intraformacionales son comunes en la Formación, algunos pasan el metro de diámetro.

l) Formación Celendín

Se encuentra entre los pisos Coniaciano-Maestrichtiano inferior. Consiste en margas, arcillitas calcáreas y calizas. Suprayace concordantemente a la Fm. Jumasha e infrayace en contacto gradacional a la Fm. Chota.

Esta Formación hacia el este presenta un adelgazamiento en Pomabamba presenta un grosor máximo de 500m en contraste con los afloramientos del valle del Marañón Y cordillera Oriental que solo alcanza un grosor de 20 a 100m.

m) Formación Huaylas

Esta Formación pertenece al Cretáceo superior. Consiste en algunos cientos de metros de conglomerados y areniscas que afloran cerca de las crestas de la Cordillera Negra.

Suprayace en discordancia angular a la Fm. Carhuaz y a las calizas de la Formación Pariatambo e infrayace al Grupo Calipuy con discordancia angular bien marcada.

n) Formación Chota

La Formación Chota consiste de areniscas, arcillitas y conglomerados rojos; alcanza su mayor desarrollo en la zona del Río Marañón como en la provincia de Huari y Antonio Raymondi en Ancash, en la cuenca del río Tablachaca solo presenta un pequeño afloramiento en la zona sur-oriental.

Esta Formación presenta un espesor de 600 m en la zona de Pomabamba (Ancash). Sobreyace concordantemente o con ligera discordancia a margas fosilíferas del Coniaciano-Maestrichtiano inferior, considerándose su parte basal Campaniano. No hay datos sobre el límite superior de la Formación, pero se sugiere que es de un rango Cretaceo superior–Paleoceno inferior.

o) Grupo Calipuy

El Grupo Calipuy pertenece al Cretáceo superior. Conocido también como volcánicos Calipuy, esta unidad suprayace a secuencias cretáceas en discordancia angular, estando el tope generalmente erosionado, su grosor se estima mayor a 2000m.

Las rocas del Grupo Calipuy son mayormente tobas, piroclastos gruesos, aglomerados, lavas, cuerpos intrusivos subvolcánicos, su composición varía de andesítica-dacítica a riolítica.

Este Grupo presenta dos unidades:

Calipuy Inferior: Consiste en rocas piroclásticas gris verdosas, púrpuras a marrón rojizas, bien estratificadas y con niveles de limoarcillas grises.

Calipuy Superior: Son capas gruesas resistentes que corresponden a aglomerados, brechas de colores verde grisáceos, marrón rojizo y algunas lavas porfiríticas.

**** Depósitos Cuaternarios***

Sobreyaciéndolo a todas las unidades descritas se encuentran depósitos cuaternarios siendo los más importantes los fluvioglaciales, principalmente los del grupo Morrenas que son extensos mantos de arena y gravas. Además existen terrazas fluvioglaciales prominentes en algunos sectores del Río Santa.

4.2.3) Rocas Ígneas y Metamórficas

La exposición de rocas intrusivas abarca alrededor de 1500 Km², se caracteriza por presentar una topografía accidentada, sin embargo los cerros formado por rocas intrusivas, presentan contornos más suaves que los que se encuentran en rocas volcánicas.

La roca intrusiva ampliamente difundida es la granodiorita que se presenta como extensos plutones, además se encuentran granitos y diques de andesita

a) Granodiorita

Un afloramiento de granodiorita se reconoce en la parte occidental del área, otra parte se encuentra al este de los pueblos, Tauca, Llapo y Cabana, este cuerpo intrusivo se prolonga hasta la Cordillera Blanca.

Además de estos afloramientos mayores existen pequeños stocks dispersos en la parte central del área, atravesando formaciones del Cretáceo superior y volcánicos Calipuy. En profundidad todos estos afloramientos de rocas intrusivas probablemente constituyen una unidad del Batolito Andino.

En roca fresca la fractura es de color gris claro textura equigranular holocristalina hipidiomórfica y de grano grueso a medio.

Entre sus minerales esenciales se reconocen a simple vista cuarzo, plagioclasa y algo de ortosa, bastante hornblenda y poca biotita.

En algunos caso aflora con una estructura porfidítica, especialmente donde los fenocristales de plagioclasa alcanzan 5cm de longitud. La granodiorita en muchos casos presentan transiciones graduales tanto diorita y diorita cuarcífera como también a monzonita.

En algunas zonas la granodiorita se encuentra afectada por sistemas de fracturas que producen una disyunción tabular y en otros lugares presenta disyunción esferoidal.

b) Granito

Este tipo de roca se encuentra principalmente en forma de diques. Se han encontrado numerosos diques de granito cortando a la formacion Chicama.

El granito es de color blanco grisáceo a rojizo de textura granular. El cuarzo y la ortosa se presentan algunas veces en cristales bien desarrollados y la biotita en agregados más pequeños, como accesorio presentan también granos de magnetita. Estos diques son cortos y de orientaciones variables.

c) Andesita

Los diques de andesita se encuentran a la granodiorita. Sistemas de diques de esta clase con orientación N-S se encuentran abundantemente esparcidos en el cuerpo del batolito en la parte sur de Santa Rosa.

d) Metamorfismo producido por las intrusiones

El emplazamiento de los intrusivos ha producido en las rocas huéspedes diversos grados de metamorfismo termal.

La aureola metamórfica tiene anchos variables según la naturaleza de la roca intruida y el tamaño de las intrusiones. Los efectos más pronunciados se manifiestan en las lutitas Chicama, las que se han transformado a pizarras chiastólicas.

En otros casos estas pizarras se presentan sin relación visible con rocas intrusivas, como cerca al distrito de Pallasca; lo cual hace suponer la existencia de masas ígneas cerca de la superficie, se hace notar por la presencia de los estratos en dichos lugares.

Las cuarcitas Chimú cerca al contacto de los intrusivos se presentan decoloradas y más duras, como el campamento minero de Cocabal, cerca al pueblo de Tauca.

Es probable que el magma haya afectado en cierto grado la composición y condiciones físicas de los mantos de carbón que se encuentran dentro de las cuarcitas Chimú.

El volcánico Calipuy a lo largo del contacto con los cuerpos intrusivos muestra una débil silicificación y piritización así como también decoloraciones. Las rocas volcánicas debido a la silicificación se han vuelto más densas y duras.

En algunos sitios se notan xenolitos de roca volcánica parcialmente digeridas por el magma así como núcleos de minerales básicos posiblemente originados por segregaciones del magma.

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA CUENCA DEL RÍO TABLACHACA

Era	Sistema	Serie	Unidad	Espesor (m)		Litología	Descripción Litológica	
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Depósitos Aluviales, Coluviales y Fluvio Glaciares				Están compuestos principalmente por morrenas, terrazas fluvio-glaciares, además de extensos mantos de arena y gravas.	
	Terciario	Eoceno	Gpo. Calipuy	Roca Intrusiva	2000		Tobas, Piroclastos, lavas e intrusivos sub-volcánicas de composición andesítica-dacítica a riolítica.	
		Paleoceno	Fm. Huaylas		350		Conglomerados, areniscas grises y lodolitas gris verdosas a rojizas.	
Mesozoico	Cretaceo	Superior	Fm. Celendín	Fm. Chota	500	250	Calizas, margas y lutitas calcáreas estratificadas.	
			Fm. Jumasha		800		Calizas, dolomias grises y amarillentas de grano fino a medio y conglomerados intraformacionales.	
			Fm. Pariatambo		100		Margas y lutitas negras con intercalaciones de calizas y algunos derrames volcánicos de litología basáltica.	
			Fm. Chulec		50		Calizas en grosores medios, margas y lutitas calcáreas con abundante fauna fósil.	
			Fm. Pariahuanca		100		Calizas macizas en estratos medianos, lutitas y margas	
	Cretaceo	Medio Inferior	Fm. Goyllarisquizga	Fm. Farrat	200	350	Cuarцитas finas en capas delgadas a medianas con intercalaciones de lutitas rojas.	
				Fm. Carhuaz	500		Areniscas y cuarcitas finas marrones en capas delgadas con intercalaciones de lutitas.	
				Fm. Santa	350		Principalmente esta compuesta de calizas y lutitas calcáreas.	
				Fm. Chimú	400		Cuarцитas y areniscas con intercalaciones de lutitas y mantos de carbón.	
	Jurásico	Superior	Fm. Oyón		250		Areniscas gris a gris oscura, carbonosas, de grano fino a medio, intercalado con lutitas y limolitas gris oscuras.	
Gpo. Chicama			800		Grosos considerables de lutitas y areniscas finas; las lutitas son piritosas con nódulos ferruginosos.			

Figura N°2

4.3) METALOGENIA

4.3.1) Minas de la Provincia de Pallasca

El listado de las minas de la provincia de Pallasca se presenta en la Tabla N° 1, Tabla N° 2, y en la Tabla N° 3 y su distribución en el Plano N° 2.

(1) Mina Placeres del Tablachaca

Se encuentra ubicada en el distrito de Bolognesi, principalmente se extraen minerales de: Oro y Wolframio. Presenta forma irregular, el depósito mineral está constituido por acumulaciones detríticas con contenidos de oro y tungsteno. El Oro se presenta en estado libre y dentro de piritas donde se encuentra el mayor porcentaje de contenido de oro. En el área donde se ubican estos depósitos, afloran cuarcitas, calizas y lutitas de la Formación Santa Carhuaz, las mismas que se encuentran fuertemente plegadas y falladas.

(2) Mina La Galgada

Se ubica en el distrito de Bolognesi, se extraen minerales de: Carbono. Es de forma estratiforme, el yacimiento comprende un grupo vetas, entre estas vetas, algunas son estrechas e inexplorables. En el área del yacimiento existen cuarcitas, areniscas y pizarras, con pendientes de hasta 74° debido al plegamiento sufrido por las cuarcitas Chimú.

(3) Mina Cidila

Se localiza en el distrito de Bolognesi, generalmente se extraen minerales de: Carbono. Presenta forma estratiforme; el yacimiento está constituido por un manto de carbón cuya potencia es de 1.40 m, su inclinación es de 10 grados con buzamiento al E. Afloran en la zona cuarcitas que se encuentran en contacto con diques de composición granítica de 2 a 10 m de potencia.

(4) Mina Joya

Está ubicada en el distrito de Cabana, principalmente se extraen minerales como oro nativo, asociado a los sulfuros. Tiene una forma irregular, la alteración principal es la oxidación, el yacimiento tiene verticalmente dos zonas perfectamente definidas: la superior de oxidación y enriquecimiento y debajo la sulfurada o primaria. La mina se encuentra enclavada en el centro de un gran arco, formado por paquetes pizarrosos, al pie de Cabana, entre campos de cultivo; estas pizarras constituyen la roca predominante, extendiéndose desde Tauca hasta Cabana y prolongándose al norte.

(5) Mina Santísima Cruz de Pedro Urraca

Localizada en el distrito de Cabana, comúnmente se extraen minerales de: Oro y Plata. Presenta forma de vetas; la mina comprende una veta principal de cuarzo aurífero entre pizarras negras, la veta tiene un ancho variable entre 20 y 30 cm. En el área del yacimiento existen pizarras negras.

(6) Mina Huamayara

Se encuentra ubicada en el distrito de Cabana, principalmente se extraen minerales de: Oro y Plata. Presenta una forma irregular, como minerales de alteración presenta caolín y sericita. Se trata de tres fracturas preexistentes dentro de la intrusión granodiorítica cuyos afloramientos son escasamente observados, el relleno de las estructuras esta constituido por la roca encajonante alterada, dentro del cual se observan lentes y vetillas.

En la zona se aprecian afloramientos de granodiorita, más al extremo norte se presenta una secuencia apreciable de lutitas pizarrosas pertenecientes a la Formación Chicama, también la sobrecarga de material aluvial, los pastos y arbustos naturales.

(7) Mina Ogopito

Se localiza en el distrito de Cabana, en general se extraen minerales de: Wolframio. Presenta una forma irregular; se trata de tres estructuras principales emplazadas en rocas calizas y lutitas. la mineralización esta constituida principalmente por cuarzo masivo que ha rellenado totalmente las estructuras. Las rocas dominantes en el área del yacimiento son estratos de calizas y lutitas que sobreyacen en un intrusivo granodiorítico.

(8) Mina Carolina 1

Se ubica en el distrito de Cabana, por lo común se extraen minerales de: Oro y Plata. Presenta forma de vetas, el yacimiento esta formado por tres vetas mineralizadas llamadas: Montecristo, Berlín y Milagrosa; la veta Montecristo es una fisura de relleno en forma de manto caso horizontal, emplazada en rocas fuertemente alteradas (andesitas).

(9) Mina Dora

Se encuentra ubicada en el distrito de Cabana, principalmente se extraen minerales de: Oro. Tiene forma irregular; el yacimiento tiene verticalmente dos zonas perfectamente definidas: la superior de oxidación y enriquecimiento, que se extiende desde la superficie hasta el nivel 4; y la sulfurada o primaria que se extiende desde dicho nivel hacia abajo.

La mina se encuentra enclavada en el centro de un gran arco, formado por paquetes pizarrosos. Estas pizarras constituyen la roca predominante, extendiéndose desde Tauca hasta Cabana y prolongándose al norte.

(10) Mina Montecristo

Se encuentra ubicada en el distrito de Cabana, generalmente se extraen minerales de: Oro, Plomo y Plata.

Muestra una forma irregular, se trata de un manto cuyo relleno esta formado por minerales oxidados de hierro y arsénico, arsenopirita y pirita en menor proporción, dentro de una ganga de cuarzo con caolín. La región esta caracterizada por la existencia de potentes paquetes sedimentarios de pizarras generalmente negruscas, altemados con uno que otro manto de cuarcita.

(11) Mina Rosa

Se localiza en el distrito de Cabana, principalmente se extraen minerales de: Oro y Cobre. Presenta forma tabular, La alteración principal es la oxidación, el yacimiento está formado por tres vetas principales: vetas Vista Alegre, Bandera y Rincón Piticocha, la primera tiene un rumbo de S 80°W buzando 40°E y con potencia de 3.5 m. La zona esta constituida por pizarras dispuestas en capas inclinadas hasta lo 30°, por la ocurrencia de disturbios litológicos que ocasionaron plegamientos anticlinales y sinclinales. esta secuencia ha sufrido diferentes intrusiones de diques graníticos.

(12) Mina Beatriz

Se encuentra ubicada en el distrito de Cabana, comunmente se extraen minerales de: Cobre y Oro. La alteración principal es la oxidación; el yacimiento esta formado por tres vetas principales: vetas Vista Alegre, Bandera y Rincón Piticocha, la primera tiene un rumbo de S80°W buzando 40°E y con potencia de 3.0 m. La zona esta constituida por pizarras dispuestas en capas inclinadas hasta los 30°, por la ocurrencia de disturbios litológicos que ocasionaron plegamientos anticlinales y sinclinales. esta secuencia ha sufrido diferentes intrusiones de diques graníticos.

(13) Mina La Verde

Se encuentra ubicada en el distrito de Cabana, principalmente se extraen minerales de: Oro y Plata. Presenta forma tabular,, la alteración principal es la silicificación. La roca predominante en la zona es la granodiorita.

(14) Depósito Río Negro

Se ubica en el distrito de Cabana, principalmente se extraen minerales de: Carbono. Tiene forma de mantos; el yacimiento consta de 4 mantos denominados localmente "El Rey", "La Reina", "La Princesa", "El Príncipe".

(15) Depósito Ferrol

Se encuentra ubicada en el distrito de Cabana, por lo general se extraen minerales de: Carbono. Muestra forma de mantos; el yacimiento consta de dos mantos llamados "Betsy" y "Santa Elena". La zona está constituido por lo general por intrusivo granodiorítico.

(16) Mina Cabana

Se localiza en el distrito de Cabana, principalmente se extraen minerales de: Oro y Cobre. Presenta forma irregular. La roca en la zona es por lo general intrusivo granodiorítico

(17) Mina Sucará

Esta ubicada es en el distrito de Cabana, principalmente se extraen minerales de: Oro y Plata. Muestra una forma irregular. Se encuentra en una zona de intrusivo granodiorítico.

(18) Mina Magistral

Se encuentra ubicada en el distrito de Conchucos, por lo común se extraen minerales de: Cobre, Plata y Molibdeno. Es un skarn diseminado., el intrusivo monzonítico cuarífero, muestra una zona de 20 a 30 m. de ancho, presenta alteración hidrotermal y mineralización con 0.5% a 2% de cobre. El skarn se ha formado en la aureola del contacto de un intrusivo monzonítico con la formación calcarea y en el centro de un domo pre-existente o quizás originado por la misma intrusión.

En el área de la mina se aprecian sedimentos calizos fosilíferos, los cuales son probablemente de la Formación Jumasha, Celendín, Pariahuanca, Chulec y Pariatambo.

(19) Mina Atahualpa

Se localiza en el distrito de Conchucos, principalmente se extraen minerales de: Cobre y Plata. Muestra forma de vetas; se trata de una fractura que atraviesa cuarcitas, con potencia promedio de 0.08 m, la roca predominante es cuarcita.

(20) Mina Mamá Lily

Ubicada en el distrito de Conchucos, comúnmente se extraen minerales de: Cobre y Plata. Tiene forma de vetas; se trata de una fractura mineralizada emplazada en el contacto de andesitas-cuarcita con potencia de 3.00 m, la fractura contiene cuarcita triturada, panizo y mucha limonita. Las rocas predominantes en el área son cuarcitas y andesitas.

(21) Mina San Juan 2

Se encuentra en el distrito de Conchucos, generalmente se extraen minerales de: Cobre, Plomo y Plata. Es un skarn, se trata de mineralización producida en el contacto de caliza con la granodiorita, en el área del yacimiento afloran calizas y cuarcitas con rumbo N-S y buzamientos de 25°W, sills y diques de andesita e intrusiones de granodiorita.

(22) Mina Señor de las Ánimas

Se ubica en el distrito de Conchucos, principalmente se extraen minerales de: Cobre, Zinc, Plomo y Plata. Es un skarn; el yacimiento es del tipo metasomático de contacto y está formado por una estructura mineralizada llamada "Veta Principal N°1" de rumbo aproximado N10E y con 0.80 m de potencia, en la zona afloran calizas del Cretácico Medio.

(23) Lavadero Tablachaca

Se ubicación es en el distrito de Huacaschuque, por lo general se extraen minerales de: Oro. Tiene forma irregular, esta constituido por una acumulación de rodados, arenas y arcillas. El Río Tablachaca al pasar por la quebrada Maybur arrastra las pizarras y el material aurífero que se disgrega de los cerros Maybur y Calamalca.

(24) Mina Chuquicara N° 12

Esta ubicada en el distrito de Huacaschuque, principalmente se extraen minerales de: Oro. Es un yacimiento de tipo placer; el yacimiento aurífero se encuentra en un riachuelo que baja de las alturas de pampas, los que arrastran trazas de oro entre las arenas los que forman pequeños placeres auríferos.

(25) Mina La Conquistada

Se localiza en el distrito de Huandoval, por lo común se extraen minerales de: Wolframio. Presenta forma irregular. Se encuentra en una zona de arenas con intercalaciones de arcillas.

(26) Depósito Chuvilca

Su ubicación es en el distrito de Huandoval, generalmente se extraen minerales de: Cobre y Plata. Muestra forma irregular. La roca predominante en el área es la granodiorita

(27) Mina Purjaquirca

Esta localizada en el distrito de Huandoval, principalmente se extraen minerales de: Cobre y Plomo. Presenta forma Irregular. Existe predominancia del intrusivo granodiorítico.

(28) Mina San Sebastián

Se encuentra ubicada en el distrito de Huandoval, en general se extraen minerales de: Cobre, Plata y Oro. Tiene forma irregular. La litología esta compuesto por lo común por la granodiorita

(29) Mina El Muque

Se ubica en el distrito de Huandoval, principalmente se extraen minerales de: Cobre y Plata. Presenta forma irregular. Las rocas son principalmente granodioritas.

(30) Mina Moqui

Se encuentra ubicada en el distrito de Huandoval, generalmente se extraen minerales de: Cobre y Plata. Tiene forma irregular. La granodiorita predomina en la zona.

(31) Mina Molinete

Su localización es en el distrito de Huandoval, por lo común se extraen minerales de: Oro, Plata y Wolframio. Muestra forma lenticular. Las rocas son de composición granodiorítica.

(32) Mina Dos Amigos

Se encuentra ubicada en el distrito de Huandoval, principalmente se extraen minerales de: Molibdeno y Plata. Presenta forma de vetas; el yacimiento esta constituido por una estructura mineralizada que contiene molibdenita y posee un rumbo variable predominando el N50E, debido a que posiblemente exista fallamiento y un buzamiento de 40 a 50 NW, con una potencia de 0.5 m.

El yacimiento esta asociado a un stock granodiorítico y solo se ha descubierto y explorado una estructura mineralizada con molibdenita.

(33) Mina La Merced N° 2

Esta ubicada en el distrito de Lacabamba, principalmente se extraen minerales de: Wolframio. Tiene forma de vetas, se trata de dos vetas principales paralelas, bien definidas a 100 m. una de otra. la potencia varia entre 2 a 4 m, la mineralización se presenta en forma de pequeños hilos. El rasgo geológico principal es la presencia de un dique de granito, íntimamente relacionado con la mineralización de tungsteno, que corta unos estratos de pizarra.

(34) Mina Basílica de la Virgen de la Merced

Se localiza en el distrito de Lacabamba, por lo general se extraen minerales de: Woframio. Presenta forma de vetillas, el yacimiento esta conformado por un sistema de tres vetillas de rumbo S36 W, siendo la más importante la veta San Martín de 300 m de afloramiento y con potencias de 0.80 a 2.5 m. La roca dominante en la región la constituye los estratos de pizarra negra los cuales tienen diques andesíticos

(35) Mina La Merced FRB

Su ubicación es en el distrito de Lacabamba, por lo común se extraen minerales de: Woframio. Muestra forma de vetas; el yacimiento esta constituido por dos vetas (Petacas y San Antonio) bien definidas cuyos afloramientos han sido recorridos en más de 500 m, siendo su potencia de 2 a 4 m, en la zona se observa un dique granítico, íntimamente relacionado con mineralización de tungsteno, que corta a unos estratos de pizarra de rumbo local NE-SW.

(36) Mina Santa Rita de las Culebras

Se encuentra ubicada en el distrito de Lacabamba, principalmente se extraen minerales de: Oro, Plomo y Plata. Presenta forma de vetas; el yacimiento esta constituido por cuatro fracturas mineralizadas y otras de menor importancia, dichas fracturas, presentan la característica común de tener en su relleno mineralógico de turmalina constituyendo un control mineralógico.

La roca predominante en toda la zona es granodiorita, observándose también lutitas y pizarras en las partes más altas en pequeña proporción a las primeras, la parte superficial del área de la concesión esta conformada mayormente por capas de material suelto.

(37) Mina Viernes Santo

Se ubica en el distrito de Llapo, generalmente se extraen minerales de: Carbono. Muestra una forma estratiforme; el yacimiento esta constituido por un manto carbonífero que yace en pizarras y cuarcitas, lo cual es general y tiene una dirección N70W, su inclinación es de 80°E y una potencia de 1.20 m. Afloran en la zona cuarcitas que se encuentran en contacto con diques de composición granítica de 2 a 10 m de potencia.

(38) Mina San Enrique

Se encuentra localizada en el distrito de Llapo, principalmente se extraen minerales de: Carbono. Presenta forma estratiforme; el yacimiento esta constituido por un manto carbonífero que yace en pizarras y cuarcitas. La dirección de este manto es de N53°W, y un buzamiento de 50°E y su potencia es de 2 m. afloran en la zona cuarcitas que se encuentran en contacto con diques de composición granítica de 2 a 10 m de potencia.

(39) Mina Huachacpina

Se encuentra ubicada en el distrito de Llapo, principalmente se extraen minerales de: Carbono. Tiene forma estratiforme; el yacimiento esta constituido por un anticlinal de carbón de 2 m de potencia. La litología esta compuesto por areniscas con intercalaciones de arcillas y por cuarcitas.

(40) Mina Huachacayoc

Se encuentra ubicada en el distrito de Llapo, principalmente se extraen minerales de: Carbono.

Presenta forma estratiforme, el yacimiento esta constituido por un manto carbonífero que yace entre pizarras y cuarcitas con rumbo N70°W y 38 grados de buzamiento. En la parte baja a 25 m se presenta una capita angosta de carbón. Afloran en la zona cuarcitas que se encuentran en contacto con diques de composición granítica de 2 a 10 m de potencia.

(41) Mina San Antonio

Se localiza en el distrito de Llapo, generalmente se extraen minerales de: Carbono. Tiene forma estratiforme; el yacimiento esta constituido por un manto de carbón de 2,20 m de potencia. Afloran en la zona cuarcitas que se encuentran en contacto con diques de composición granítica de 2 a 10 m de potencia.

(42) Depósito El Peligro

Ubicada en el distrito de Llapo, por lo común se extraen minerales de: Carbono. Presenta forma estratiforme, el deposito esta constituido de cuatro mantos de carbón que se encuentran aflorando juntos, atraviesan la quebrada y se extienden por ambos flancos.

(43) Mina Rufina N° 2

Se emplaza en el distrito de Pallasca, en general se extraen minerales de: Oro, Plata y Cobre. Es un skarn, presenta caolinización y piritización. Coincidiendo con la estratificación de las lutitas, se presentan 4 estructuras mineralizadas constituidas principalmente por piritas, arsenopirita, cuarzo, disseminación de carbonatos de cobre y calcopirita.

En la zona afloran lutitas, pizarras y areniscas con rumbos y buzamientos variables, pero generalmente N-S; en la parte alta se presentan andesitas y tufos volcánicos en contacto con granodioritas.

(44) Mina Pallasquina

Su localización es en el distrito de Pallasca, principalmente se extraen minerales de: Carbono. Presenta forma estratiforme; el yacimiento esta constituido por un manto de carbón cuya dirección es E-W, su potencia es de 2.50 m y su inclinación es de 55 grados con buzamiento S. afloran en la zona cuarcitas que se encuentran en contacto con diques de composición granítica de 2 a 10 m de potencia.

(45) Mina Señor de la Soledad 24 WGC

Se encuentra ubicada en el distrito de Pallasca, generalmente se extraen minerales de: Wolframio. Es un yacimiento de tipo placer; el yacimiento esta conformado por guijarros, detritos y arenas de rocas de todo tipo y que han sido arrastradas por los afluentes del mismo Río Tablachaca, el mineral económico se encuentra mezclado dentro de todo este material.

(46) Mina Señor de la Soledad 25 WGC

Su emplazamiento es en el distrito de Pallasca, principalmente se extraen minerales de: Wolframio. Es un yacimiento de tipo placer; el yacimiento se encuentra en el flanco NW de un sinclinal compuesto de metasedimentos cerca del contacto entre una roca intrusiva y sedimentos de la Formación Chicama. las vetas tienen un rumbo promedio de N80°E con un buzamiento entre 30° a 40°.

(47) Mina Sara Luisa

Localizada en el distrito de Pampas, por lo general se extraen minerales de: Plomo y Plata. Tiene forma de vetas; la alteración que presenta es la Silicificación. Se trata de una fractura de 0.2 m. a 1.00 m. de potencia rellena con material brechado, no se aprecia mineralización a la vista. Las rocas que afloran en la zona que abarcan las propiedades mineras, son calizas e intrusivas granodioritas. La mineralización ocurre en las calizas.

(48) Mina San José

Se encuentra ubicada en el distrito de Pampas, principalmente se extraen minerales de: Plomo, Plata. Presenta forma de vetas; Las rocas que afloran en la zona son calizas y granodioritas, la mineralización ocurre dentro de las calizas, en fracturas rellenadas esporádicamente por lentes y venillas de mineral mezclado con roca brechada en mayor proporción.

(49) Mina San Agustín de la Alta Gracia

Esta emplazada en el distrito de Pampas, por lo común se extraen minerales de: Plomo, Plata y Zinc. Presenta forma de vetas; se trata de una fractura cuyo relleno esta constituido principalmente por brecha de calizas , teniendo en algunas partes ojos y venillas de galena con magnetita, pirrotita y calcita, en el frente principal no hay mineralización. Presenta rocas calcareas y un stock granodiorítico.

(50) Mina el Cid

Se encuentra en el distrito de Pampas, en general se extraen minerales de: Plomo y Plata. Muestra forma de vetas; la mineralización ocurre dentro de las calizas en fracturas rellenadas esporádicamente, por lentes y venillas de mineral mezclados con roca brechada en mayor proporción. En el área del yacimiento se observan rocas calcáreas del Cretáceo Inferior y también rocas intrusivas que conforman un stock granodiorítico.

(51) Mina Estibina

Está ubicada en el distrito de Pampas, principalmente se extraen minerales de: Estibina y Plata. Es un skarn; se trata de mineralización que se ha emplazado en el contacto de caliza-intrusivo y en las proximidades del contacto se presenta en pequeñas fracturas angostas de 10 a 12 cm. En la zona existen rocas calizas y un pequeño stock granodiorítico.

(52) Mina Fortuna

Se emplaza en el distrito de Pampas, comúnmente se extraen minerales de: Plata y Cobre. Tiene forma de vetas; el yacimiento es de origen hidrotermal del tipo de relleno de fisuras, esta constituida por varias estructuras mineralizadas, siendo dos las principales: veta "El Plomo" y veta "El Caballo". Estas estructuras se emplazan en cuarcitas y en el stock granodiorítico. Las rocas que afloran en la región son cuarcitas, pizarras, lutitas, calizas y un stock granodiorítico, cubiertas en gran parte por el Cuaternario reciente y pastos propios del lugar.

(53) Mina Los Milagros

Se encuentra localizada en el distrito de Pampas, principalmente se extraen minerales de: Plata y Cobre. Presenta forma de vetas; el yacimiento está constituido por una veta principal llamada "Tres de Mayo", que se emplaza en una roca granodiorítica, posee afloramientos de unos 400 m. en tramos cubiertos por escombros; el relleno de la veta, consiste de cuarzo, calcopirita, wolframio. Las rocas que afloran en la región son: cuarcitas, pizarras, lutitas, calizas y stock granodiorítico, cubiertas en parte por el cuaternario reciente.

(54) Mina Huacchara

Su ubicación es en el distrito de Pampas, por lo general se extraen minerales de: Plomo y Plata. Muestra forma de vetas; esta constituido por varias vetas tales como: "La Blanca", "El Bronco", "San Andrés"; de estas estructuras, la veta "La Blanca", se emplaza en calizas silicificadas. Los minerales son primarios y están constituidos por calcopirita con pequeña ley de plata, la veta esta en calizas a las que ha mineralizado fuertemente en la vecindad de pizarras y cuarcitas que yacen al lado oeste de dichas calizas.

(55) Mina Potosí

Se encuentra en el distrito de Pampas, principalmente se extraen minerales de: Plomo y Plata.

Presenta forma de vetas; esta constituido por varias vetas, tales como "Emilio" y "Valdez". estas estructuras se emplazan en cuarcita y sus afloramientos son poco visibles por estar cubierto mayormente por escombros, la única veta que presenta labores subterráneas es la veta "Emilio".

En el lado sur de Potosí, se encuentran calizas silicificadas y cuarcitas claras, también, finas capas de lutitas se intercalan en las cuarcitas. en el lado NE., afloran calizas cuarcitas claras, pizarras y lutitas.

(56) Mina Pasto Bueno

Se encuentra ubicada en el distrito de Pampas, principalmente se extraen minerales de: Cobre, Plata y Wolframio. Presenta forma de vetas, la alteración que presenta es sericitización y caolinización; se trata de un batolito granítico que atraviesa una serie de pizarras, cuarcitas plegadas que tienen un rumbo general NW-SE. El rasgo geológico principal consiste en la intrusión del batolito granítico relacionado íntimamente a la mineralización de tungsteno.

(57) Mina Pushaquilca

Se ubica en el distrito de Pampas, generalmente se extraen minerales de: Oro, Zinc, Plomo y Plata. Muestra forma de vetas; se trata de una estructura principal formada por el manto 2, siendo las estructuras secundarias el manto 1, veta 1 y veta 2 con diversos ramales.

La potencia del manto 2 (que puede clasificarse como veta pero con fuerte inclinación) varia de 0.10 m. a 2.8, el área de la mina geológicamente esta conformada por pizarras y lutitas de la Formación Chicama encontrándose fuertemente plegadas y fracturadas por cuarcitas y areniscas de la Formación Goyllar. irrumpiendo estos sedimentos se encuentran intrusivos Terciarios.

(58) Mina Shella N° 1

Se localiza en el distrito de Pampas, principalmente se extraen minerales de: Carbono. La forma que presenta es de mantos. La litología está compuesta por lo general de areniscas, arcillas y cuarcitas.

(59) Mina Gatita

Se ubica en el distrito de Pampas, por lo común se extraen minerales de: Wolframio. Tiene cuerpos mineralizados, la alteración principal es la silicificación, el yacimiento lo constituyen inyecciones de magmas ígneos ácidos que han producido fisuras y grietas en estratos pizarrosos instruyéndolos en forma de sill;

La principal veta recibe el nombre de "Veta Gatita" y tiene una potencia de 0.80 m; en el yacimiento afloran potentes estratos pizarrosos altamente silicificados, los cuales se encuentran intruidos por magmas ígneos ácidos.

(60) Mina Tres Lagunas

Emplazada en el distrito de Pampas, generalmente se extraen minerales de: Wolframio. Presenta forma de vetillas; las estructuras mineralizadas están constituidas por pequeñas fracturas mineralizadas, las cuales se encuentran irregularmente distribuidas y que atraviesan las cuarcitas, una de las fracturas tiene 0.20 m de potencia y aflora en una longitud de 10 m. Las rocas dominantes en el área del yacimiento, son estratos de cuarcitas que siguen un rumbo S 44° W y buzan 44° S.

(61) Denuncio Atómica

Se encuentra ubicada en el distrito de Pampas, principalmente se extraen minerales de: Wolframio, Cobre y Plata. Presenta forma tabular. Se ubica en un intrusivo granodiorítico.

(62) Mina Milagros N° 2

Esta localizada en el distrito de Pampas, principalmente se extrae sílice. Muestra una forma irregular, la alteración principal es la oxidación; el yacimiento esta constituido por una veta reconocida y emplazada dentro de pizarras semifracturadas, no es posible observar minerales de ninguna naturaleza, salvo oxidaciones en las cajas y cuarzo masivo. En el área de la zona se observan en su totalidad afloramientos de rocas sedimentarias metamórficas, distinguiéndose pizarras semifracturadas de color negro y estratificadas, con rumbos NE y buzamiento al W.

(63) Mina Don Eusebio

Se encuentra ubicada en el distrito de Pampas, por lo común se extraen minerales de: Zinc, Plomo y Plata. El yacimiento esta constituido por una estructura mineralizada tipo manto, con potencia variable de 0.20 a 0.80 m, con rumbo N40°-50°W y un buzamiento de NE. Las rocas son en general margas y arcillas.

(64) Mina Málaga Santolaya

Esta localizada en el distrito de Pampas, principalmente se extraen minerales de: Wolframio, Cobre, Zinc y Plomo. Muestra una forma irregular. Las rocas de la zona son por lo general arcillas y margas.

(65) Mina Málaga Santolaya 1

Se ubica en el distrito de Pampas, generalmente se extraen minerales de: Wolframio, Cobre, Zinc y Plomo. Presenta forma irregular. La litología esta compuesto por areniscas con intercalaciones de arcillas y cuarcitas.

(66) Mina Málaga Santolaya 2

Emplazada en el distrito de Pampas, por lo común se extraen minerales de: Wolframio, Cobre, Zinc y Plomo. Tiene forma irregular. La litología esta compuesta por areniscas con intercalaciones de arcillas y cuarcitas.

(67) Mina Málaga Santolaya 3

Se encuentra ubicada en el distrito de Pampas, en general se extraen minerales de: Cobre y Plata. Presenta forma irregular. Las rocas son en su mayoría areniscas con intercalaciones de arcillas y cuarcitas.

(68) Mina Huryapón

Se localiza en el distrito de Pampas, comunmente se extraen minerales de: Cobre y Plata. Tiene forma irregular. La litología esta compuesto por areniscas con intercalaciones de arcillas y cuarcitas.

(69) Mina Cocabal

Se encuentra ubicada en el distrito de Santa Rosa, mayormente se extraen minerales de: Carbono. Presenta forma irregular; se trata de vetas de carbón que han sido explotadas en varios niveles. Las vetas son bien definidas y compactas, y el carbón es de buena calidad; en la zona existen capas de antracita, incrustadas en cuarcitas y pizarras areniscosas de la base del piso Chimú. La región se encuentra enérgicamente plegada y por tanto pendientes muy variables y tectonización frecuente del carbón.

(70) Mina Ancos

Se encuentra emplazada en el distrito de Santa Rosa, principalmente se extraen minerales de: Carbono. Muestra una forma irregular, se trata de capas de carbón que alternan con paquetes sedimentarios de cuarcitas, pizarras, hallándose recubiertas por materiales detríticos en las partes bajas y en las partes altas erosionadas. En el área del yacimiento afloran calizas, pizarras, masas de conglomerados, constituidos por sedimentos de diversos tamaños y diferentes rocas incluidas en una masa arenosa fina, que se considera como sedimentos de glaciares.

(71) Mina San Francisco

Ubicada en el distrito de Santa Rosa, por lo común se extraen minerales de: Carbono. Aparece en forma estratiforme; el yacimiento esta constituido por un manto de dirección N30°E, con potencia 2.40 m e inclinación de 45 grados. afloran en la zona cuarcitas que se encuentran en contacto con diques de composición granítica de 2 a 10 m de potencia

(72) Mina Odisea N° 2

Se encuentra en el distrito de Santa Rosa, principalmente se extraen minerales de: Carbono. Presenta forma estratiforme; el yacimiento esta constituido por mantos lenticulares de carbón tipo antracita interestratificado con ortocuarcitas y lutitas negras. En el área afloran ortocuarcitas de color blanco a gris claro, raras veces oscuras y con tonalidades rojizas; contienen intercalaciones delgadas de lutitas negras y limolitas, la estratificación es en capas medianas conteniendo mantos de carbón.

(73) Mina Santa Rosa

Emplazada en el distrito de Santa Rosa, en su mayoría se extraen minerales de: Oro, Plomo y Plata. Tiene forma irregular; el yacimiento esta conformado por un conjunto de vetillas emplazadas en granodiorita en contacto con pizarras esquistosas. en la zona afloran rocas ígneas y volcánicas, las cuales se encuentran en contacto con pizarras esquistosas pertenecientes a la Formación Carhuaz.

(74) Mina Sara Ene

Se ubica en el distrito de Santa Rosa, principalmente se extraen minerales de: Antimonio. Presenta forma irregular; el yacimiento esta constituido por una veta reconocida y emplazada dentro de roca andesítica. En el área afloran rocas de naturaleza andesítica y existen también zonas de pizarras muy húmedas y arcillosas.

(75) Mina Santa Melchorita N° 2

Se encuentra en el distrito de Santa Rosa, por lo general se extraen minerales de: Carbono. Aparece en forma estratiforme; el yacimiento se localiza en el flanco de un sinclinal y esta constituido por un manto de 0.8 a 1.1 m de espesor y encajonado por pizarras y arcillas. En la zona afloran pizarras, limolitas, calizas y lutitas.

(76) Minas Chimú 1, 2 y 3

Se encuentra ubicada en el distrito de Tauca, principalmente se extraen minerales de: Oro, Wolframio y Plata. Presenta forma laminar, se trata de un yacimiento de oro aluvial de gran volumen, que ocurre en forma de terrazas y relleno de material detrítico confinado en el cause del Río Tablachaca.

Las terrazas tienen una altura promedio de 10 m. Los clastos que conforman el material detrítico, son de rocas metamórficas representadas por pizarras carbonosas y cuarcitas, con presencia esporádica de clastos de rocas ígneas.

(77) Mina Arakawa

Se encuentra ubicada en el distrito de Tauca, principalmente se extraen minerales de: Oro, Plata y Wolframio. Presenta forma tabular. La litología esta compuesta en su mayoría por un intrusivo granodiorítico.

(78) Mina Virgen del Camino XVII

Se encuentra en el distrito de Tauca, generalmente se extraen minerales de: Carbono. Muestra forma estratiforme. El material de los depósitos esta constituido por carbón(antracita) menudo, con rocas sedimentarias y esta considerado como carbón de baja ley. En el área del denuncia afloran calizas, areniscas y pizarras.

(79) Mina Virgen del Camino XVIII

Localizada en el distrito de Tauca, en su mayoría se extraen minerales de: Carbono. Tiene forma estratiforme; el material de los depósitos esta constituido por carbón(antracita) menudo, con rocas sedimentarias y esta considerado como carbón de baja ley. En el área del denuncia afloran calizas, areniscas y pizarras.

(80) Mina Eclipse

Su ubicación es en el distrito de Tauca, por lo común se extraen minerales de: Carbono. Presenta forma estratiforme; el yacimiento esta constituido por un manto de carbón encajado en pizarras y cuarcitas aflorando en unos 50 m, la potencia de estos mantos varia desde 3 m hasta 50 m. En la zona afloran cuarcitas y pizarras, las cuales han sufrido fuertes inflexiones o plegamientos.

(81) Mina Las Mercedes N° 1

Emplazada en el distrito de Tauca, principalmente se extrae: Yeso. Muestra una forma irregular; el yacimiento esta constituido por estructuras en forma de vetas con menas de yeso las cuales tienen una potencia de 2 m y un afloramiento visible de 80 m.

En el área afloran rocas sedimentarias del tipo de cuarcitas blanquecinas a gris claras con un ligero color rojizo, producto de la meteorización con intercalaciones de lutitas negras y limolitas pertenecientes a la Formación Chimú.

(82) Depósito Rey del Carbón

Se encuentra ubicada en el distrito de Tauca, mayormente se extraen minerales de: Carbono. Presenta forma estratiforme; los mantos de carbón se encuentran en el núcleo del anticlinal. El tipo de roca en la zona es principalmente un intrusivo granodirítico

(83) Depósito Mano Poderosa

Ubicada en el distrito de Tauca, en general se extraen minerales de: Carbono. Aparece forma estratiforme; el yacimiento consta de dos mantos de carbón antracítico. La litología esta compuesta en su mayoría por un intrusivo granodirítico

(84) Depósito Vizcaya y Centenario

Se encuentra localizada en el distrito de Tauca, principalmente se extraen minerales de: Carbono. Presenta forma estratiforme, el yacimiento consta de tres mantos de carbón. El tipo de roca es en general un intrusivo granodirítico

(85) Depósito Siempre Viva

Se emplaza en el distrito de Tauca, comúnmente se extraen minerales de: Carbono. Muestra forma estratiforme. Las rocas en la zona son principalmente un intrusivo granodirítico

(86) Depósito Esther

Se encuentra emplazada en el distrito de Tauca, es su mayoría se extraen minerales de carbono. Tiene forma estratiforme. El tipo de litología en la zona es principalmente un intrusivo granodirítico.

4.3.2) Minas de la provincia de Santiago de Chuco

El listado de las minas de la provincia de Santiago de Chuco se presenta en la Tabla N° 4; y su distribución en el Plano N° 2.

(87) Prospecto Dorados

Se encuentra en el distrito de Angasmarca, principalmente se extraen minerales de Oro. La litología esta compuesta por areniscas con intercalaciones de arcillas y cuarcitas.

(88) Proyecto Angasmarca

Localizada en el distrito de Angasmarca, por lo general se extraen minerales de Oro. Las rocas en la zona son por lo común areniscas con intercalaciones de arcillas y cuarcitas.

(89) Depósito Angasmarca

Se emplaza en el distrito de Angasmarca, en su mayoría se extraen minerales de Carbono. El grosor del manto es 100 cm aproximadamente, su piso no es visible y su techo está formado por Lutitas pizarrosas de color gris oscuro que pasan a cuarcitas blancas, en la superficie el carbón está alterado a ceniza. De este prospecto se extraen pequeñas cantidades de carbón que se utiliza con fines domésticos por los pobladores de la región.

Al NNE de la hacienda Angasmarca en el flanco occidental de cerro Chunllega, existen pequeños cateos de reconocimiento de los dos mantos de carbón de 10 y 25 cm de grosor respectivamente, que no ofrecen posibilidades de desarrollo.

(90) Minas América, Fortaleza y Santa Rosa

Se encuentra en el distrito de Cachicadán, por lo general se extraen minerales de Oro, Plata y Antimonio. La litología está compuesta por rocas volcánicas de consistencia andesítica-dacítica a riolítica.

(91) Mina El Diamante

Emplazado en el distrito de Cachicadán, principalmente se extraen minerales de Plata y Plomo. La litología areniscas y cuarcitas con intercalaciones de arcillita.

(92) Mina La Esperanza Dos

Se localiza en el distrito de Cachicadán, comúnmente se extraen minerales de Plata, Plomo, Zinc y Cobre. Consiste de varias vetas angostas, originadas por procesos hidrotermales.

La principal veta tiene un rumbo N 250E con un buzamiento 80' SE su potencia varía desde 0.01 hasta 1.00 m; con respecto a la geología el área está constituida por derrames volcánicos andesíticos y tufos dacíticos correspondientes al Cretáceo - Terciario.

(93) Mina Chuvilca

Se encuentra emplazada en el distrito de Mollebamba, principalmente se extraen minerales de Oro, Plata, Plomo y Zinc. El depósito principal está constituido por una veta de relleno de fractura cuyo rumbo atraviesa casi perpendicularmente a los estratos de cuarcitas y pizarras que son las rocas encajonantes, la mineralización es originada por procesos hidrotermales; con respecto a la geología, Las rocas aflorantes son cuarcitas, pizarras y lutitas negruzcas pertenecientes al Grupo Goyllarisquizga del Cretáceo Inferior.

(94) Concesión Mario

Ubicada en el distrito de Mollepata, por lo común se extraen minerales de Plata, Plomo y Cobre. El depósito está compuesta por numerosas vetas de relleno de fractura, procedentes de soluciones hidrotermales. Las vetas varían desde pocos centímetros a 1 m., son generalmente de cuarzo.

Con respecto a la geología en la zona se encuentran expuestas cuarcitas y pizarras pertenecientes al Grupo Goyllasquizga del Cretáceo Inferior. Además , aflora un pequeño stock intrusivo y un dique de monzonita cuarcífera, probablemente del Terciario-Cuaternario.

(95) Mina Conzuso

Se encuentra ubicada en el distrito de Mollepata, principalmente se extraen minerales de Plata, Plomo y Zinc. El tipo de roca es por lo común areniscas con intercalaciones de arcillas y cuarcitas.

(96) Mina Señor de la Soledad 33

Se encuentra ubicada en el distrito de Mollepata, principalmente se extraen minerales de Plata, Plomo y Wolframio. La litología está compuesta por areniscas con intercalaciones de arcillas y cuarcitas.

(97) Prospecto Pasto Bueno

Se emplaza en el distrito de Mollepata, por lo común se extraen minerales de Plata, Plomo, Wolframio y Cobre. Esta constituido por varias vetas de relleno de fractura cuya mineralización se originó por procesos hidrotermales; con respecto a la geología, presenta monzonita cuarcífera.

En la parte superior de esta roca yacen remanentes de pizarras y cuarcitas pertenecientes a la Formación Chicama y Grupo Goyllarisquizga del Jurásico Superior y Cretáceo Inferior, respectivamente.

(98) Proyecto Tamboras

Se encuentra ubicada en el distrito de Mollepata, mayormente se extraen minerales de Oro, Molibdeno y Wolframio . Se trata de un distrito minero compuesto por varias vetas de relleno de fractura, cuyas potencias varían entre pocos centímetros y dos metros, que se extienden entre Mundo Nuevo y La Victoria, el relleno principal esta constituido por cuarzo; con respecto a la geología presenta lutitas, pizarras negras correspondientes a la Formación Chicama del Jurásico Superior y cuarcitas y areniscas pertenecientes al Grupo Goyllarisquizga del Cretáceo Inferior.

(99) Mina Los Angeles

Se encuentra en el distrito de Quiruvilca, principalmente se extraen minerales de Plata, Plomo, Zinc y Cobre. Con respecto a la geología el área está constituida por derrames volcánicos andesíticos y tufos dacíticos correspondientes al Cretáceo - Terciario.

(100) Proyecto Quiruvilca

Se localiza en el distrito de Quiruvilca, por lo común se extraen minerales de Oro, Plata, Plomo, Zinc y Cobre. Presenta cuerpos intrusivos subvolcánicos con composición que varía de andesítica-dacítica a riolítica.

(101) Denuncio Lara

Se ubica en el distrito de Santa Cruz de Chuca, principalmente se extraen minerales de Plata y Plomo. El tipo de roca en la zona es en general areniscas y cuarcitas con intercalaciones de arcillita.

(102) Proyecto Wolfram Fed

Su localización es en el distrito de Santa Cruz de Chuca, en su mayoría se extraen minerales de Oro. La litología está compuesta por cuerpos volcánicos de consistencia andesítica-dacítica a riolítica.

(103) Mina San Miguel

Se encuentra ubicada en el distrito de Santiago de Chuco, principalmente se extraen minerales de Plata y Plomo. El depósito está constituido por varias vetas muy angostas formadas por fisuras de relleno originadas por procesos hidrotermales; con respecto a la geología presenta derrames volcánicos.

(104) Denuncio Estibina

Se ubica en el distrito de Santiago de Chuco, por lo común se extraen minerales de Antimonio. Presenta cuerpos intrusivos subvolcánicos con composición que varía de andesítica-dacítica a riolítica.

(105) Mina María

Localizada en el distrito de Santiago de Chuco, mayormente se extraen minerales de Plata, Plomo y Zinc. La litología está compuesta por cuerpos volcánicos de consistencia andesítica.

(106) Mina Pique

Se emplazamiento es en el distrito de Santiago de Chuco, principalmente se extraen minerales de Plata, Plomo y Zinc. Con respecto a la geología el área está constituida por derrames volcánicos andesíticos y tufos dacíticos correspondientes al Cretáceo - Terciario.

(107) Denuncio Ricardo

Su localización es en el distrito de Santiago de Chuco, en general se extraen minerales de Oro. La litología esta compuesta por cuerpos volcánicos de consistencia andesítica-dacítica a riolítica.

(108) Mina Miguelito

Emplazada en el distrito de Santiago de Chuco, en su mayoría se extraen minerales de Oro, Plata, Plomo y Cobre. Presenta cuerpos intrusivos subvolcánicos con composición que varia de andesítica-dacítica a riolítica.

(109) Prospecto Guadalupe

Se encuentra ubicado en el distrito de Santiago de Chuco, principalmente se extraen minerales de Plata y Plomo. Con respecto a la geología el área está constituida por derrames volcánicos andesíticos y tufos dacíticos correspondientes al Cretáceo - Terciario.

(110) Área Mineralizada Santa Rosa

Su emplazamiento es en el distrito de Santiago de Chuco, comúnmente se extraen minerales de Plata y Cobre. La litología esta compuesta por cuerpos volcánicos de consistencia andesítica-dacítica a riolítica.

(111) Mina Jorge 2

Se encuentra localizada en el distrito de Santiago de Chuco, en su mayoría se extraen minerales de Plata y Plomo.

El depósito está formado por tres vetas de escasa potencia y longitud originados por relleno de fisura a partir de soluciones hidrotermales; con respecto a la geología tiene una ocurrencia amplia de rocas volcánicas de tipo andesítico, pertenecientes a la Formación Volcánico Calipuy. También aflora entre los volcánicos un apófisis intrusivo de granodiorita.

(112) Mina Cruz Gallo

Se ubica en el distrito de Santiago de Chuco, por lo común se extraen minerales de Plata y Antimonio. Con respecto a la geología el área está constituida por derrames volcánicos andesíticos y tufos dacíticos correspondientes al Cretáceo - Terciario.

(113) Área Cerro Coptos

Localizada en el distrito de Santiago de Chuco, principalmente se extraen minerales de Plata, Plomo y Cobre. La litología esta compuesta por cuerpos volcánicos de consistencia andesítica-dacítica a riolítica.

(114) Área Aguiñay

Se encuentra ubicada en el distrito de Santiago de Chuco, en general se extraen minerales de Plomo, Zinc y Cobre. Presenta cuerpos intrusivos subvolcánicos con composición que varía de andesítica-dacítica a riolítica.

(115) Área Cerro Uñicas

Se encuentra localizada en el distrito de Santiago de Chuco, principalmente se extraen minerales de Oro. Con respecto a la geología el área está constituida por derrames volcánicos andesíticos y tufos dacíticos.

(116) Mina Mi Perú

Su ubicación es en el distrito de Santiago de Chuco, principalmente se extraen minerales de Plata y Antimonio.

Consiste de varias vetillas formadas por relleno de fisura en la granodiorita, originadas por procesos hidrotermales; con respecto a la geología aflora un intrusivo granodiorítico sobre el cual descansan volcánicos alterados de la Formación Volcánico Calipuy del Cretáceo-Terciario.

(117) Mina San Hilarión

Se emplaza en el distrito de Santiago de Chuco, en general se extraen minerales de Cobre. El depósito principal está constituido por una veta de relleno de fractura que alcanza 0.20 m. de potencia, pero es errática y frecuentemente se estrangula; los minerales que han sido depositados por soluciones hidrotermales están conformados por tetraedrita con ganga de yeso y pirita; con respecto a la geología ocurren derrames volcánicos andesíticos de la Formación Volcánico Calipuy del Cretáceo-Terciario.

(118) Minas Nelly y Soyla

Se encuentra ubicada en el distrito de Santiago de Chuco, principalmente se extraen minerales de Cobre. El yacimiento principal está constituido por una veta de relleno de fractura, de dimensiones y características no definidas. Las especies minerales principales son de cobre (cobre nativo, calcosita, cuprita y crisocola); con respecto a la geología el yacimiento principal está constituido por una veta de relleno de fractura, de dimensiones y características no definidas

(119) Mina Señor de la Soledad

Se ubica en el distrito de Sitabamba, en su mayoría se extraen minerales de Plata, Plomo y Zinc. Las rocas son por lo común calizas y arcillas.

Obs: En algunas minas de las provincias de Pallasca y Santiago de Chuco, no se pudo añadir información acerca de las Formas, Alteraciones, Exploraciones y Geología, debido a que esta información se encuentra en proceso de verificación por las entidades correspondientes.

MINAS DE LA PROVINCIA DE PALLASCA (1ra parte)

N°	E-UTM	N-UTM	ZONA	NOMBRE	UBICACIÓN - DISTRITO	CUADRANGULO	ELEMENTO
1	160258	9086741	18	PLACERES DEL TABLACHACA, MINA	BOLOGNESI	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AU W
2	154934	9062710	18	LA GALGADA, MINA	BOLOGNESI	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	C
3	152184	9061950	18	CIDILA, MINA	BOLOGNESI	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	C
4	162190	9070610	18	JOYA, MINA	CABANA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AU
5	173193	9077614	18	SANTISIMA CRUZ DE PEDRO URRACA, MINA	CABANA	PALLASCA 17-H	AU AG
6	165885	9072023	18	HUAMAYARA, MINA	CABANA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AU AG
7	164005	9077544	18	OGOPITO, MINA	CABANA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	W
8	169588	9068361	18	CAROLINA I, MINA	CABANA	PALLASCA 17-H	AU AG
9	167582	9090488	18	DORA, MINA	CABANA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AU
10	167751	9068347	18	MONTECRISTO, MINA	CABANA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AU AG PB
11	166674	9069046	18	ROSA, MINA	CABANA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	CU AU
12	167434	9069728	18	BEATRIZ, MINA	CABANA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	CU AU
13	171405	9066991	18	LA VERDE, MINA	CABANA	PALLASCA 17-H	AG AU
14	171405	9066991	18	RIO NEGRO, DEPOSITO	CABANA	PALLASCA 17-H	C
15	170065	9086232	18	FERROL, DEPOSITO	CABANA	PALLASCA 17-H	C
16	170408	9061264	18	CABANA, MINA	CABANA	PALLASCA 17-H	AU CU
17	184492	9073731	18	SUCARA, MINA	CABANA	PALLASCA 17-H	AU AG
18	193000	9096500	18	MAGISTRAL, MINA	CONCHUCOS	PALLASCA 17-H	CU AG MO
19	180516	9081358	18	ATAHUALPA, MINA	CONCHUCOS	PALLASCA 17-H	AG CU
20	191581	9075903	18	MAMA LILY, MINA	CONCHUCOS	PALLASCA 17-H	AG CU
21	213553	9087121	18	SAN JUAN II, MINA	CONCHUCOS	PALLASCA 17-H	AG PB CU
22	188747	9086798	18	SEÑOR DE LAS ANIMAS, MINA	CONCHUCOS	PALLASCA 17-H	AG PB ZN CU
23	166337	9084943	18	TABLACHACA, LAVADERO	HUACASCHUQUE	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AU
24	171919	9084062	18	CHUQUICARA N°12, MINA	HUACASCHUQUE	PALLASCA 17-H	AU
25	192641	9103921	18	LA CONQUISTADA, MINA	HUANDOVAL	PALLASCA 17-H	W
26	183936	9099863	18	CHUVIACA, DEPOSITO	HUANDOVAL	PALLASCA 17-H	CU AG
27	189683	9097413	18	PURJAQUIRCA, MINA	HUANDOVAL	PALLASCA 17-H	CU PB
28	182575	9080359	18	SAN SEBASTIAN, MINA	HUANDOVAL	PALLASCA 17-H	CU AG AU
29	183157	9101794	18	EL MUQUE, MINA	HUANDOVAL	PALLASCA 17-H	CU AG

MINAS DE LA PROVINCIA DE PALLASCA (2da parte)

N°	E-UTM	N-UTM	ZONA	NOMBRE	UBICACIÓN - DISTRITO	CUADRANGULO	ELEMENTO
30	183017	9087096	18	MOQUL MINA	HUANDOVAL	PALLASCA 17-H	CU AG
31	172518	9077701	18	MOLINETE, MINA	HUANDOVAL	PALLASCA 17-H	AU AG W
32	172904	9075305	18	DOS AMIGOS, MINA	HUANDOVAL	PALLASCA 17-H	MO AG
33	179866	9073974	18	LA MERCED No2, MINA	LACABAMBA	PALLASCA 17-H	W
34	178478	9087801	18	BASILICA DE LA VIRGEN DE LA MERCED, MINA	LACABAMBA	PALLASCA 17-H	W
35	184611	9086923	18	LA MERCED FRB, MINA	LACABAMBA	PALLASCA 17-H	W
36	182294	9089673	18	SANTA RITA DE LAS CULEBRAS, MINA	LACABAMBA	PALLASCA 17-H	AG PB AU
37	154957	9048501	18	VIERNES SANTO, MINA	LLAPO	SANTA ROSA 18-G	C
38	153907	9053475	18	SAN ENRIQUE, MINA	LLAPO	SANTA ROSA 18-G	C
39	150928	9058249	18	HUACHACPINA, MINA	LLAPO	SANTA ROSA 18-G	C
40	154506	9047575	18	HUACHACAYOC, MINA	LLAPO	SANTA ROSA 18-G	C
41	148206	9054166	18	SAN ANTONIO, MINA	LLAPO	SANTA ROSA 18-G	C
42	165506	9057781	18	EL PELIGRO, DEPOSITO	LLAPO	SANTA ROSA 18-G	C
43	173124	9086839	18	RUFINA No2, MINA	PALLASCA	PALLASCA 17-H	AU AG CU
44	155858	9085169	18	LA PALLASQUINA, MINA	PALLASCA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	C
45	178142	9087645	18	SEÑOR DE LA SOLEDAD 24 WGC, MINA	PALLASCA	PALLASCA 17-H	W
46	178631	9087802	18	SEÑOR DE LA SOLEDAD 25 WGC, MINA	PALLASCA	PALLASCA 17-H	W
47	180436	9092427	18	SARA LUISA, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	AG PB
48	179517	9092421	18	SAN JOSE, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	AG PB
49	187788	9092480	18	SAN AGUSTIN DE LA ALTA GRACIA, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	AG PB ZN
50	186869	9092473	18	EL CID, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	AG PB
51	187762	9096169	18	ESTIBINA, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	SB AG
52	178571	9096104	18	FORTUNA, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	AG CU
53	191412	9099884	18	LOS MILAGROS, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	AG CU
54	191464	9092506	18	HUACCHARA, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	AG PB
55	195165	9088842	18	POTOSI, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	AG PB
56	183473	9096139	18	PASTO BUENO, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	W CU AG
57	180409	9096117	18	PUSHAQUILCA, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	AG AU PB ZN
58	183836	9092452	18	SHELLA I, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	C

MINAS DE LA PROVINCIA DE PALLASCA (3ra parte)

Nº	E-UTM	N-UTM	ZONA	NOMBRE	UBICACIÓN - DISTRITO	CUADRANGULO	ELEMENTO
59	191743	9096320	18	GATITA, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	W
60	185816	9089699	18	TRES LAGUNAS, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	W
61	181412	9092926	18	ATOMICA, DENUNCIO	PAMPAS	PALLASCA 17-H	W AG CU
62	182428	9092288	18	MILAGRO No2 S.R, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	QTZ
63	204548	9105661	18	DON EUSEBIO, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	AG PB ZN
64	193524	9100176	18	MALAGA SANTOLALLA, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	W CU ZN PB
65	181868	9097757	18	MALAGA SANTOLALLA 1, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	W CU ZN PB
66	185524	9096369	18	MALAGA SANTOLALLA 2, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	W PB CU ZN
67	182223	9095238	18	MALAGA SANTOLALLA 3, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	CU AG
68	185253	9095660	18	HURYAPON, MINA	PAMPAS	PALLASCA 17-H	AG CU
69	153142	9057159	18	COCABAL, MINA	SANTA ROSA	SANTA ROSA 18-G	C
70	164178	9055403	18	ANCOS, MINA	SANTA ROSA	SANTA ROSA 18-G	C
71	169830	9037365	18	SAN FRANCISCO, MINA	SANTA ROSA	SANTA ROSA 18-G	C
72	158618	9057665	18	ODISEA No2, MINA	SANTA ROSA	SANTA ROSA 18-G	C
73	158501	9057018	18	SANTA ROSA, MINA	SANTA ROSA	SANTA ROSA 18-G	AG PB AU
74	163723	9054784	18	SARA ENE, MINA	SANTA ROSA	SANTA ROSA 18-G	SB
75	160504	9055374	18	SANTA MELCHORITA No2 , MINA	SANTA ROSA	SANTA ROSA 18-G	C
76	167810	9060659	18	CHIMU 1,2 Y 3, MINAS	TAUCA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AU W AG
77	166048	9062860	18	ARAKAWA, MINA	TAUCA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AU AG W
78	170991	9085285	18	VIRGEN DEL CAMINO XVII, MINA	TAUCA	PALLASCA 17-H	C
79	171293	9085903	18	VIRGEN DEL CAMINO XVIII, MINA	TAUCA	PALLASCA 17-H	C
80	158611	9062432	18	ECLIPSE, MINA	TAUCA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	C
81	166142	9058647	18	LAS MERCEDES No1, MINA	TAUCA	SANTA ROSA 18-G	YESO
82	166048	9062860	18	REY DEL CARBON, DEPOSITO	TAUCA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	C
83	166048	9062860	18	MANO PODEROSA, DEPOSITO	TAUCA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	C
84	166048	9062860	18	VISCAYA Y CENTENARIO, DEPOSITO	TAUCA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	C
85	166048	9062860	18	SIEMPRE VIVA, DEPOSITO	TAUCA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	C
86	166048	9062860	18	ESTHER, DEPOSITO	TAUCA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	C

MINAS DE LA PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO

N°	E-UTM	N-UTM	ZONA	NOMBRE	UBICACIÓN - DISTRITO	CUADRANGULO	ELEMENTO
87	815914	9096143	17	DORADOS, PROSPECTO	ANGASMARCA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AU
88	826051	9099637	17	ANGASMARCA, PROYECTO	ANGASMARCA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AU
89	822984	9099321	17	ANGASMARCA, DEPOSITO	ANGASMARCA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	C
90	816849	9102716	17	AMERICA, FORTALEZA Y SANTA ROSA, MINAS	CACHICADAN	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AG AU SB
91	813801	9100555	17	EL DIAMANTE, MINA	CACHICADAN	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AG PB
92	816476	9084824	17	LA ESPERANZA DOS, MINA	CACHICADAN	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AG PB ZN CU
93	183936	9099862	18	CHUVILCA, MINA	MOLLEBAMBA	PALLASCA 17-H	AU AG PB ZN
94	170775	9110284	18	MARIO, CONCESION	MOLLEPATA	PALLASCA 17-H	AG CU PB
95	810717	9097748	17	CONSUZO, MINA	MOLLEPATA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AG PB ZN
96	173474	9093360	18	SEÑOR DE LA SOLEDAD 33, MINA	MOLLEPATA	PALLASCA 17-H	PB AG W
97	187733	9100166	18	PASTO BUENO, PROSPECTO	MOLLEPATA	PALLASCA 17-H	W CU PB AG
98	815625	9098636	17	TAMBORAS, PROYECTO	MOLLEPATA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AU MO W
99	795977	9115833	17	LOS ANGELES, MINA	QUIRUVILCA	CAJABAMBA 16-G	ZN AG PB CU
100	796336	9114416	17	QUIRUVILCA, PROYECTO	QUIRUVILCA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AG PB ZN CU AU
101	815985	9101862	17	LARA, DENUNCIO	SANTA CRUZ DE CHUCA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	PB AG
102	816651	9096353	17	WOLFRAM FED, PROYECTO	SANTA CRUZ DE CHUCA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AU
103	816891	9104284	17	SAN MIGUEL, MINA	SANTIAGO DE CHUCO	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AG PB
104	824057	9099313	17	ESTIBNA, DENUNCIO	SANTIAGO DE CHUCO	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	SB
105	811370	9099096	17	MARIA, MINA	SANTIAGO DE CHUCO	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AG PB ZN
106	811387	9101556	17	PIQUE, MINA	SANTIAGO DE CHUCO	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AG PB ZN
107	815773	9097866	17	RICARDO, DENUNCIO	SANTIAGO DE CHUCO	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AU
108	815773	9097866	17	MIGUELITO, MINA	SANTIAGO DE CHUCO	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	PB AG CU AU
109	815773	9097866	17	GUADALUPE, PROSPECTO	SANTIAGO DE CHUCO	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AG PB
110	814889	9081391	17	SANTA ROSA, AREA MINERALIZADA	SANTIAGO DE CHUCO	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AG CU
111	810660	9098301	17	JORGE 2, MINA	SANTIAGO DE CHUCO	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AG PB
112	810595	9097871	17	CRUZ GALLO, MINA	SANTIAGO DE CHUCO	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AG SB
113	814291	9083394	17	CERRO COPTOS, AREA	SANTIAGO DE CHUCO	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	CU PB AG
114	812678	9093399	17	AGUÑAY, AREA	SANTIAGO DE CHUCO	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	CU PB ZN
115	825326	9105300	17	CERRO UÑICAS, AREA	SANTIAGO DE CHUCO	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AU
116	810688	9087446	17	MI PERÚ, MINA	SANTIAGO DE CHUCO	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AG SB
117	814251	9086374	17	SAN HILARIÓN, MINA	SANTIAGO DE CHUCO	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	CU
118	814231	9085360	17	NELLY Y SOYLA, MINA	SANTIAGO DE CHUCO	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	CU
119	169270	9110796	18	SEÑOR DE LA SOLEDAD, MINA	SITABAMBA	SANTIAGO DE CHUCO 17-G	AG ZN PB

5) HIDROLOGÍA

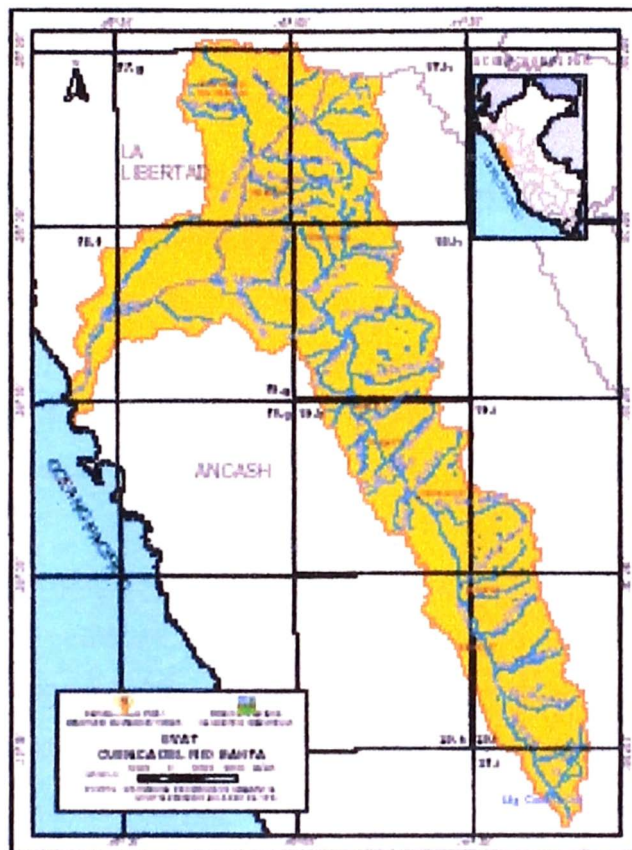
Regionalmente los ríos más importantes son:

- Río Jequetepeque
- Río Chicama
- Río Moche
- Río Virú
- Río Huamazaña
- Río Santa
- Río Nepeña
- Río Sechín
- Río Grande
- Río Culebras
- Río Huarmey
- Río Fortaleza
- Río Pativilca
- Río Supe

El río Santa es el lugar donde desemboca el río Tablachaca. El río Santa nace en la laguna de Conococha a 4100 msnm, recorre el Callejón de Huaylas, cruza la cordillera negra a través del Cañón del Pato, para dirigirse al encuentro del río Tablachaca, llegando posteriormente al distrito de Santa y desembocar en el Océano Pacífico, en la zona del río Tablachaca tiene un caudal medio anual de 142.9 m³/seg (Figura N° 3). El río Santa tiene los siguientes afluentes:

- Río Qda. De Tuco
- Río Pachacoto
- Río Yanayaru
- Río Olleros
- Río Quebrada Quellcayhuanca
- Río Ampu
- Río Buin
- Río Quebrada Santo Toribio
- Río Ranrahirca
- Río Quebrada Huashca
- Río Llullan
- Río Quebrada de Santa Cruz
- Río Quebrada Huaylas
- Río Quitaracsa
- Río Tambo
- Río Manta
- Río Chunyay
- Río Quihuay
- Río Tablachaca

Figura N° 3
Cuenca del Río Santa



5.1) RÍO TABLACHACA

El río Tablachaca conocido también como río Chuquicara por los lugareños, debido a que en este lugar se encuentra la desembocadura de este río al río Santa y conocido también como río Negro, el cual es su color característico. es un río ubicado en la parte norte de la cuenca del río Santa. Su cuenca abarca los territorios de las provincias de Pallasca y Santiago de Chuco, desde una altitud que va de los 4250 msnm hasta 750 msnm. Tiene un caudal medio anual de 22.05 m³/seg. La cuenca hidrográfica del río Tablachaca se muestra en el Plano N° 3.

Tiene su origen en la laguna Pelagatos, aunque se le llama también río Pampas desde la laguna Pelagatos hasta el encuentro con el río Conchucos, posterior a este cruce si mantiene el nombre de río Tablachaca hasta su desembocadura en el río Santa.

Al río Tablachaca se le considera contaminado porque en sus nacientes se tienen gran cantidad de mineras que producen Tungsteno, como también recuperan oro por lixiviación. a partir de su cauce medio presenta actividad minera aluvial pequeña escala y solo en épocas posteriores a la precipitación pluvial; a estos pequeños mineros se les llama " Playeros ". Se instalan por tramos lavando las gravas en canaletas (Stuicas), el concentrado final es procesado usando amalgama (Hg).

En esta cuenca existen también yacimientos carboníferos paralizados como Cocabal y la Galgada; aunque la Galgada actualmente se encuentra realizando actividades de extracción. A continuación se tienen sus principales afluentes con su ubicación con respecto al río Tablachaca, desde su inicio hasta Chuquicara (Lugar donde el río Tablachaca desemboca en el río Santa).

- | | |
|-------------------------------------|--|
| - Río Plata (mg. izquierda) | - Río Santiago (mg. derecha) |
| - Río Sarín (mg. derecha) | - Río Chorobal (mg. derecha) |
| - Río Conchucos (mg. izquierda) | - Río boca de Cabana(mg. izquierda) |
| - Qda. Pato Seco (mg. izquierda) | - Qda. Morín (mg. derecha) |
| - Río de Angosmarca (mg. derecha) | - Río Ancos (mg. izquierda) |
| - Qda. Huacangoy (mg. derecha) | - Qda. de la Fila Morada (mg. derecha) |
| - Qda. Carhuachique (mg. derecha) | - Qda. de los Callejones (mg. izquierda) |
| - Río Sacaycacha (mg. izquierda) | - Qda. de Los Algarrobitos (mg. izquierda) |

5.2) SUBCUENCAS DEL RÍO TABLACHACA

Las subcuencas principales del río Tablachaca son la subcuenca del río Plata, del río Sarín, del río Conchucos, del río Angasmarca, del río Sacaycacha, del río Santiago, del río Boca Cabana y la subcuenca del río Ancos. Las subcuencas del río Tablachaca se muestran en la Figura N° 4.

En la Tabla N° 5, la Figura N° 5 y la Figura N° 6; se observan datos geográficos de las subcuencas, así como también los caudales medios anuales.

a) Subcuenca del Río Plata

Esta subcuenca pertenece a la provincia de Pallasca, tiene un área aproximada de 121 km² y una longitud de 20 km. Sus cotas van desde 4400 msnm en su origen, hasta 3100 msnm en su desembocadura. Tiene un caudal medio anual de 1 m³/seg.

b) Subcuenca del Río Sarín

La subcuenca se encuentra en la provincia de Santiago de Chuco, tiene un área aproximada de 60 km² y una longitud de 16 km. Sus cotas van desde 4100 msnm en su origen, hasta 2180 msnm en su desembocadura. Tiene un caudal medio anual de 0.8 m³/seg.

c) Subcuenca del Río Conchucos

Esta subcuenca se ubica en la provincia de Pallasca, tiene un área aproximada de 365 km² y una longitud de 28 km. Sus cotas van desde 4260 msnm en su origen, hasta 2150 msnm en su desembocadura. Los principales lugares poblados de la zona son Conchucos y Lacabamba. Tiene un caudal medio anual de 3.1 m³/seg.

d) Subcuenca del Río Angasmarca

La subcuenca se encuentra ubicada en la provincia de Santiago de Chuco, tiene un área aproximada de 332 km² y una longitud de 30 km. Sus cotas van desde 4100 msnm en su origen, hasta 1950 msnm en su desembocadura. Los principales lugares poblados de la zona son la Hacienda Angasmarca, Mollebamba y Mollepata. Tiene un caudal medio anual de 3.2 m³/seg.

e) Subcuenca del Río Sacaycacha

Pertenece esta subcuenca a la provincia de Pallasca, tiene un área aproximada de 182 km² y una longitud de 25 km. Sus cotas van desde 4150 msnm en su origen, hasta 1150 msnm en su desembocadura. Los principales lugares poblados de la zona son Huandoval y Huacaschuque. Tiene un caudal medio anual de 1.2 m³/seg.

f) Subcuenca del Río Santiago

Se ubica esta subcuenca en la provincia de Santiago de Chuco, tiene un área aproximada de 707 km² y una longitud de 42 km. Sus cotas van desde 4070 msnm en su origen, hasta 1450 msnm en su desembocadura. Los principales lugares poblados de la zona son Santiago de Chuco, Cachicadán y Santa Cruz. Tiene un caudal medio anual de 7.3 m³/seg.

g) Subcuenca del Río Boca Cabana

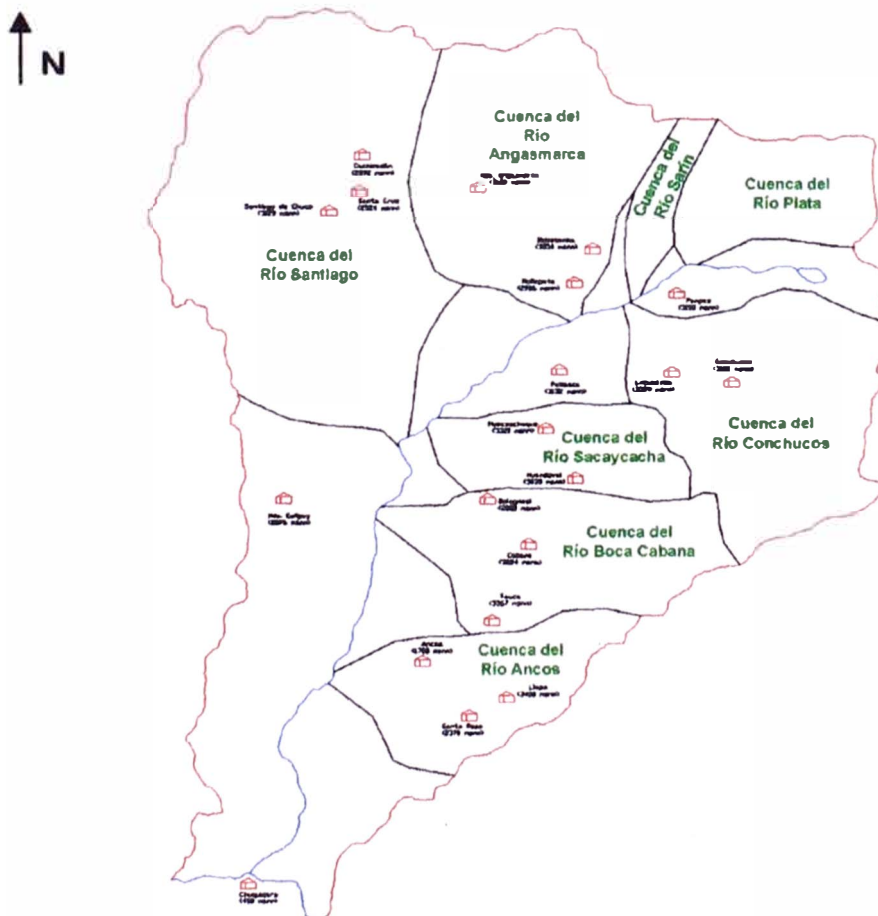
La subcuenca está en la provincia de Pallasca, tiene un área aproximada de 231 km² y una longitud de 35 km. Sus cotas van desde 4600 msnm en su origen, hasta 1300 msnm en su desembocadura. Los principales lugares poblados de la zona son Cabana, Bolognesi y Tauca. Tiene un caudal medio anual de 1.5 m³/seg.

h) Subcuenca del Río Ancos

Esta subcuenca se encuentra en la provincia de Pallasca, tiene un área aproximada de 173 km² y una longitud de 26 km. Sus cotas van desde 4500 msnm en su origen, hasta 1050 msnm en su desembocadura. Los principales lugares poblados de la zona son Llapo y Santa Rosa. Tiene un caudal medio anual de 0.5 m³/seg.

Obs: En la cuenca existen otros lugares poblados tal es el caso de Pallasca y Pampas, pero estos se encuentran en la misma cuenca del río Tablachaca.

Figura N° 4
Cuenca del Río Tablachaca y sus Subcuencas



DATOS GEOGRÁFICOS

Afluente	Caudal Medio Anual (metros ³ / Seg)	Longitud (Km)	Área de la Cuenca (Km ²)	Cota Superior (msnm)	Cota Inferior (msnm)
Laguna de Pelagatos	0	0	23.4	4250	4250
Río Plata	1	20	121	4400	3100
Río Sarín	0.8	16	60	4100	2180
Río Conchucos	3.1	28	365	4260	2150
Río Angasmarca	3.2	30	332	4100	1950
Río Sacaycacha	1.2	25	182	4150	1550
Río Santiago	7.3	42	707	4070	1450
Río Boca Cabana	1.5	35	231	4600	1300
Río Ancos	0.5	26	173	4500	1050
Río Tablachaca	22.05	90	3073	4250	750

DATOS GEOGRÁFICOS

Leyenda	
Cota Superior (msnm)	Cota Inferior (msnm)
Longitud (km)	Área (km ²)

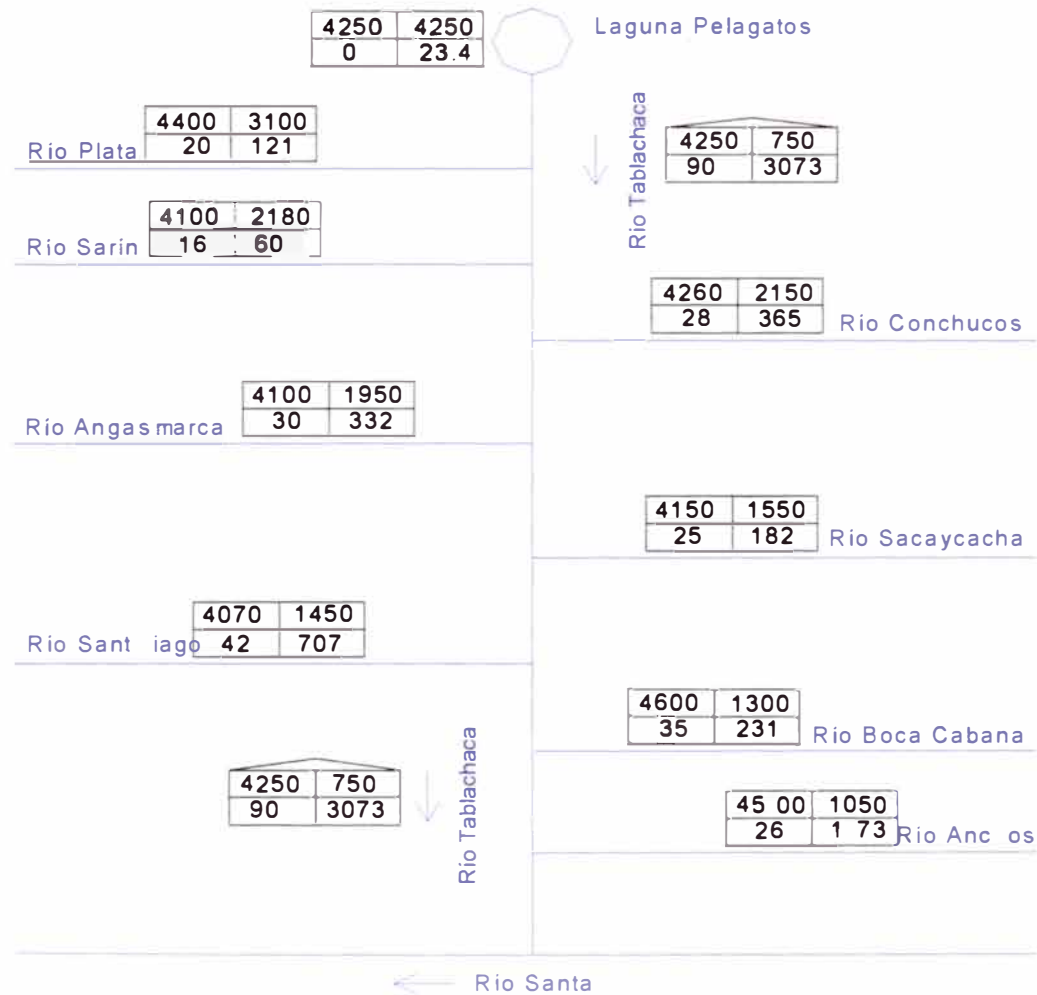


Figura Nº 5

Datos del propio Río Tablachaca

CAUDALES MEDIOS ANUALES

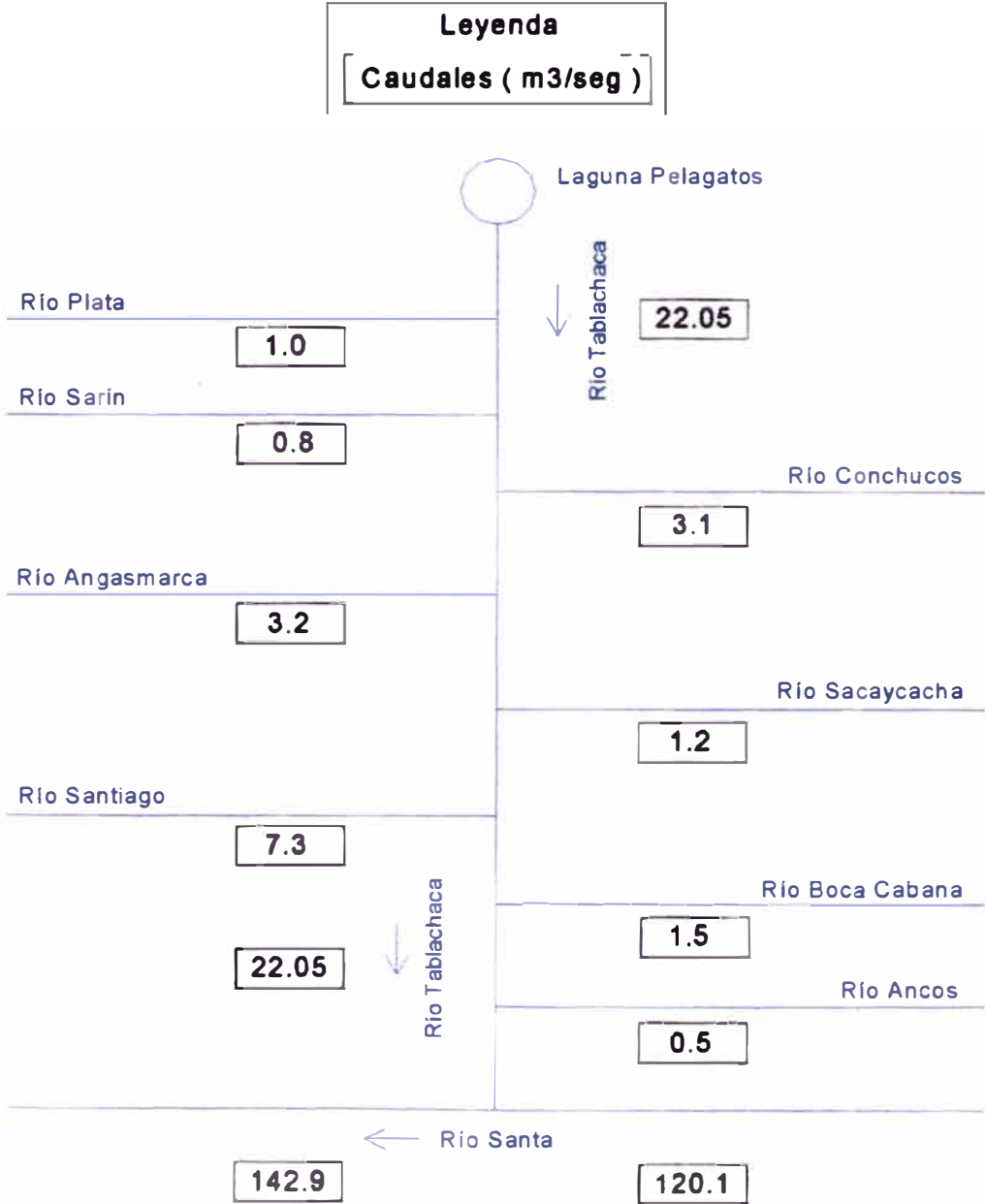


Figura Nº 6

6) MONITOREO AMBIENTAL

El monitoreo nos permite tomar muestras de aguas, gases , material particulado, suelos, relaves, desmontes, plantas, plancton, etc; identificando el lugar con sus coordenadas UTM y altura, además de algunas emisiones insitu como pH, T°C, conductividad, potencial redox en aguas, dirección y velocidad del aire para monitoreo de gases y material particulado, etc.

En el caso de que no se cuente con parámetro fijados, se sugieren valores guías tomados de organismos o regulaciones internacionales. Los tipos de monitoreos ambientales son los siguientes:

- Suelo: EPA SW 846, Sampling Plan for Soil Investigation.
- Agua Superficial y Subterránea: EPA SW 846, Sampling Plan for Surface and Groundwater Investigation.
- Efluentes Líquidos: Standart Methods, Parte 1060.
- Calidad de Aire: EPA Methods (Ambient Monitoring Technology Information, AMTIC).
- Emisiones Gaseosas: EPA Methods (Emisión Monitoring Technology Information, EMTIC).
- Nivel de Ruido

Obs: En esta investigación se ha realizado el monitoreo en agua superficial y en suelos.

6.1) PROTOCOLO DE MONITOREO

6.1.1) Protocolo

Instrumentos y metodologías que se desarrollan para alcanzar los objetivos definidos en el Programa de Monitoreo. Se emplean con la finalidad de uniformizar criterios para la posterior evaluación de los resultados, evitando sesgos derivados del empleo de diferentes metodologías para obtener los mismos objetivos.

6.1.2) Programa de Monitoreo Ambiental

Son las acciones de observación, muestreo, medición y análisis de datos técnicos y ambientales que se realizan para obtener objetivos definidos.

En el diseño se deben considerar las siguientes preguntas:

¿Cuáles son las etapas del proceso?

¿Cuáles son los objetivos del P. Monitoreo ?

¿Qué parámetros se deben medir?

¿Qué equipos se deben seleccionar?

¿Cuándo y con qué frecuencia se deben efectuar las mediciones?

¿Dónde tomar las muestras?

¿Qué mediciones in situ se deben hacer?

¿Qué métodos analíticos se deben seleccionar?

¿Cómo y donde se deben seleccionar los análisis de las muestras?

¿Cómo evaluar los posibles errores?

¿Cuál es el tiempo requerido?

¿Cómo interpretar y reportar los resultados?

La Figura N° 7 nos explica las consideraciones para realizar un Programa de Monitoreo Ambiental.

Consideraciones y Lugares de Monitoreo

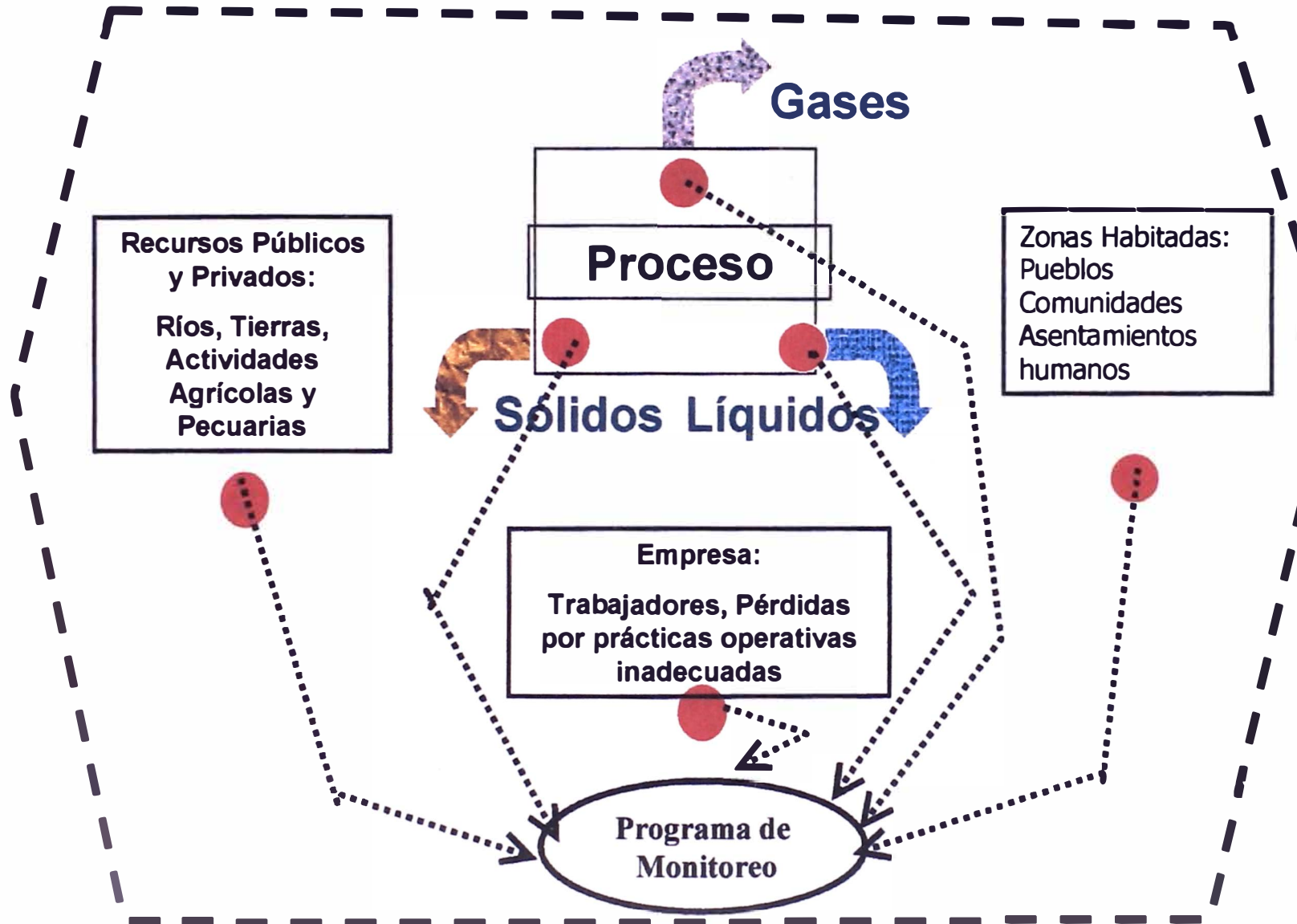


Figura N° 7

a) Organización del plan de monitoreo

El procedimiento se muestra en la Tabla N° 6:

Tabla N° 6

	Actividad	Objetivo principal
(1)1	Identificar a la institución o grupo que se encargará de diseñar y llevar a cabo el plan de monitoreo ambiental	Asegurar que el equipo encargado del plan de monitoreo sea el idóneo y tenga el respaldo social y político del caso
2	Definir y pre-diagnosticar el área de monitoreo	Delimitar el área geográfica de estudio e identificar los problemas ambientales más relevantes
3	Establecer los objetivos del plan de monitoreo	Precisar para qué se va a realizar el plan de monitoreo ambiental
4	Diseñar el plan de monitoreo ambiental y su respectivo plan operativo	Establecer las herramientas que se emplearán, los parámetros, frecuencias y lugares de medición
5	Implementar el plan de monitoreo ambiental	Medir el estado del ambiente
6	Procesar e interpretar la información recabada.	Arribar a conclusiones y recomendaciones sobre el estado del ambiente

b) Selección e Identificación de los parámetros a analizar

b.1) Con respecto a la selección de los parámetros

Los parámetros y la frecuencia de muestreo dependen de:

- Geología, tipo de mina y mineral, proceso
- La variabilidad del parámetro en la muestra
- Magnitud del problema asociado al parámetro
- Componente muestreado

El procedimiento para la selección del parámetro es el siguiente:

- Identificar todos los parámetros en base a datos y literatura existente de las minas, identificar (para el caso de agua) el uso aguas abajo: consumo humano, agrícola, vida acuática, recreación, etc
- Identificar potencial de generación de ácido y todos los metales contenidos en minerales y desechos
- Listar todos los químicos y reactivos utilizados en procesamiento: CN, sulfato, acidez, metales

b.2) Con respecto a la identificación de los parámetros:

Identificar las actividades industriales extractivas o productivas dentro del área de influencia de la zona a evaluar. Las dimensiones del área de influencia a evaluar son extremadamente variables y dependerán de las características propias, topografía, clima, ecoregión, etc. del lugar.

Identificar potenciales contaminantes propios de la actividad en los tres componentes ambientales: agua, suelo y aire, de la zona de estudio.

Cuando sea posible, identificar la presencia de contaminantes in situ por características simples como olor, apariencia, color, efecto en plantas y animales.

Los potenciales contaminantes identificados son los parámetros que se deberán evaluar en el Plan de Monitoreo.

c) Frecuencia del muestreo y presentación del reporte (cuando se trata de efluentes de una mina en particular)

El procedimiento se muestra en la Tabla N° 7

Tabla N° 7

Vol. Total de efluente	Frecuencia de Muestreo	Frec. De presentación reporte
Mayor que 300m ³ /día	Semanal	Trimestral
50 a 300m ³ /día	Trimestral	Semestral
Menor que 50m ³ /día	Semestral	Anual

6.2) CRITERIOS Y CONSIDERACIONES PRÁCTICAS PARA EL MONITOREO

La toma de muestra nos da datos operacionales de rutina sobre el desempeño general de la planta; estos datos pueden usarse para documentar el desempeño de un determinado proceso u operación. Al mismo tiempo los datos obtenidos pueden usarse para implementar programas nuevos propuestos, además son necesarios para reportar cumplimiento de las normas.

6.2.1) Criterios generales para el Monitoreo

- Ubicación de la estación de muestreo
- Selección de parámetros de medición
- Tipo de muestra a coleccionar y frecuencia de medición
- Instrumentos y equipos
- Métodos de preservación de la muestra
- Métodos de análisis
- Reporte de resultados y validación
- QA/QC (Controles de calidad)

6.2.2) Consideraciones prácticas

- Muestra en turbulencia y bien mezcladas.
- Al menos 25 metros aguas debajo de perturbaciones
- Evitar muestras no representativas.
- Muestrear después de cada etapa, y después del proceso o tratamiento.
- Número de muestras 95% confiables.
- Muestras discretas y compuestas.

6.2.3) Instrumentación

- PHmetros
- Conductímetros
- Medidores de O disuelto
- Turbidímetros
- Colorímetros
- Espectrofotómetros
- Espectroscopía de absorción atómica
- Cromatografía
- Fotómetro de flama
- Celdas electroquímicas

6.2.4) Criterios para establecer estaciones de monitoreo

En base al reconocimiento de los factores ambientales se establecen las estaciones de monitoreo que permitan evaluar el estado ambiental en una unidad minera o a una cuenca hidrográfica a escala regional.

Por lo cual se tienen estaciones de monitoreo que nos permitan evaluar agua de entrada y de salida de una unidad minera, los drenajes de bocaminas o tajos abiertos, drenajes de relaveras, desmontes, aguas industriales, aguas servidas en cuerpos receptores como ríos y lagunas, etc; también permiten evaluar material particulado y gases en el entorno de la planta metalúrgica, laboratorio químico, fundición, grupos de generación eléctrica, además de suelos y sedimentos, etc.

6.2.5) Características de los datos recolectados

Los datos recolectados deben ser:

- Representativos: Los datos deben representar el agua residual o el ambiente muestreado
- Reproducibles: Los datos obtenidos deben poder ser reproducidos por otros siguiendo el mismo muestreo protocolo analíticos.
- Sustentados: la documentación debe estar disponible para validar el plan de muestreo. Los datos deben tener un grado conocido de exactitud y precisión.
- Útiles: Los datos deben poder usarse para encontrar los objetivos del plan de monitoreo

6.2.6) Tipo de muestras

El sistema de muestreo de agua, varía según el origen del agua, en el caso de un río, lago, acuífero abierto, cisterna, etc, el frasco muestreador se sumergirá a una distancia prudencial de la superficie generalmente 50 centímetros y bastante lejos de las orillas o de los bordes, así como de los obstáculos naturales o superficiales evitando poner en suspensión partículas que pudieran estar sedimentadas. La toma de muestras variará dependiendo del tipo de agua y el uso al cual este destinada

a) Muestras Simples

- Se recogen de una sola vez y reflejan las condiciones en un momento concreto.
- Parámetros como pH, Oxígeno disuelto, temperatura, conductividad eléctrica y turbidez, que precisen una determinación rápida y que proporcionen una información preliminar para posterior estudio.
- Si el muestreo es constante en el tiempo.
- Cuando ocurre una descarga ocasional y se desea conocer el impacto de la misma.
- Cuando se tiene un efluente que solo se descarga de forma intermitente.

b) Muestras Compuestas

- Una muestra compuesta esta formada por varias muestras simples recogidas a lo largo de un periodo de tiempo y combinadas en proporciones concretas referidas a parámetros de interés tales como el caudal. Este tipo de muestras nos da información de las condiciones medias de flujo del efluente en un tiempo determinado.
- La muestra compuesta puede ser de un volumen fijo o proporcional al flujo. En las muestras de volumen fijo tanto el intervalo de tiempo entre muestras como el volumen recogido en cada toma permanece constante. En las muestras compuestas proporcionales al flujo, el volumen de las muestras recogidas se mezclan en cantidades proporcionales a los flujos del efluente

c) Recolección, preservación y almacenamiento de muestras

El procedimiento se muestra en la Tabla N° 8 y la Tabla N° 9

Tabla N° 8

PARAMETROS FISICO-QUIMICOS	VOLUMEN MINIMO	RECIPIENTE	PRESERVACION	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO
Temperatura	-	-	-	Registro inmediato
pH	100 ml	P o V	-	Ninguno
Conductividad electrica	500 ml	P o V	Refrigerar	28 dias
Turbidez	100 ml	P o V	Refrigerar	24/48 hrs.
Alcalinidad Total	50 ml	P o V	Refrigerar	24/48 hrs.
Solidos Totales	100 ml	P o V	Refrigerar	2 - 7 dias
Solidos Sedimentables	100 ml	P o V	Refrigerar	2 - 7 dias
Solidos Suspendidos Totales	100 ml	P o V	Refrigerar	2 - 7 dias
DBO5	100 ml	P o V	Refrigerar	24 hrs.
DQO	100 ml	P o V	Refrigerar	28 dias
			H ₂ SO ₄ , pH <2	
Oxigeno Disuelto	30 ml	V	*	Analisis inmediato
Sodio	100 ml	P	Refrigerar	7 dias
Potasio	100 ml	P	HNO ₃ , pH <2	7 dias
Calcio	100 ml	P o V	Refrigerar	7 dias
Sulfato	100 ml	P	Refrigerar	25 dias
Cloruro	100 ml	P o V	Refrigerar	7 dias
Cloro Residual	500 ml	P o V	Refrigerar	Analisis inmediato
Fenol	500 ml	P	H ₂ SO ₄ , pH <2	4 semanas
Grasa y Aceites	500 ml	V	Refrigerar	7 dias
			HCl a pH <2	
Detergentes	500 ml	V		
Hidrocarburos	500 ml	V ámbar	Refrigerar, HCl	6 dias

P = Polietileno, V = Vidrio

* Preservar con sulfato manganoso y yoduro alcalino. Tiempo de almacenamiento: 7 dias

NUTRIENTES	VOLUMEN MINIMO	RECIPIENTE	PRESERVACION	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO
Nitrogeno Total	250 ml	P o V	Refrigerar	24/48 hrs.
			H ₂ SO ₄ , pH <2	
Nitrogeno Amoniacal	50 ml	P o V	Refrigerar	24 hrs.
			H ₂ SO ₄ , pH <2	
Nitrogeno Organico	250 ml	P o V	Refrigerar	24/48 hrs.
			H ₂ SO ₄ , pH <2	
Nitrato	100 ml	P o V	Refrigerar	24 hrs.
			H ₂ SO ₄ , pH <2	
Nitrito	100 ml	P o V	Refrigerar	24/48 hrs.
Fosforo Total	100 ml	P o V	Refrigerar, H ₂ SO ₄	24 hrs.
Fosforo Soluble	100 ml	P o V	Refrigerar	24 hrs.
Fosforo Hidrolizable	100 ml	V	Refrigerar	24 hrs.
Fosfato	100 ml	V	Hg Cl ₂ , Refrigerar	24 hrs.

P = Polietileno, V = Vidrio

Tabla N° 9

OLIGOELEMENTOS Y METALES	VOLUMEN MINIMO	RECIPIENTE	PRESERVACION	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO
Hierro	100 ml	P o V	Refrigerar HNO ₃ , pH <2	28 dias
Manganeso	100 ml	P o V	idem	28 dias
Zinc	100 ml	P o V	idem	28 dias
Boro	100 ml	P o V	idem	28 dias
Cobre	100 ml	P o V	idem	28 dias
Molibdeno	100 ml	P o V	idem	28 dias
Plomo	100 ml	P o V	idem	28 dias
Cadmio	100 ml	P o V	idem	28 dias
Arsenico	100 ml	P o V	idem	28 dias
Cromo	100 ml	V	idem	6 meses
Mercurio	100 ml	P o V	Refrigerar H ₂ SO ₄ , pH <2	28 dias
Cianuro	100 ml	P o V	NaOH, pH = 10-12	24 hrs.

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	VOLUMEN MINIMO	RECIPIENTE	PRESERVACION	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO
Coliformes Totales	100 - 500	P o V	Refrigerar y Tiosulfato de sodio*	Maximo 6 horas
Coliformes Fecales	100 - 500	P o V	Refrigerar y Tiosulfato de sodio*	Maximo 6 horas
Recuento Total (Bacterias Heterotroficas)	100 - 500	P o V	Refrigerar y Tiosulfato de sodio*	Maximo 24 horas

* Se añade Tiosulfato de Sodio solo si el agua contiene cloro residual

EXAMEN ORGANOLEPTICO	VOLUMEN MINIMO	RECIPIENTE	PRESERVANTE	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO
Olor	100 ml	P o V	Refrigerar	24 hrs.
Color	500 ml	P o V	Refrigerar	24 hrs.

P = Polietileno, V = Vidrio

6.3) VERIFICACIÓN Y EXAMEN DE LA GESTIÓN DE AGUA

Cuando se examina o verifica el manejo de las aguas en una industria, hay que estudiar con gran detalle, los puntos siguientes:

- Instalaciones y proceso de producción
 - Emplazamiento y zonificación municipal
 - Descripción del proceso de producción
 - Materias primas utilizadas
 - Productos fabricados
 - Consumo energético
- Consumo de agua
 - Agua potable
 - Agua industrial
- Inventario de los puntos de vertido
- Aguas residuales generadas
 - Aguas pluviales y de lavado. Lixiviados
 - Aguas fecales
 - Aguas industriales
 - * Aguas de refrigeración
 - * Aguas de proceso
 - * Aguas de tratamiento vía húmeda de gases
 - * Otras
- Efluentes líquidos considerados Residuos Tóxicos Peligrosos; gestión de los mismos
- Sistemas de tratamiento existentes
- Vertidos finales de la industria. Caudales
- Caracterización analítica de las aguas residuales
- Legislación aplicable en materia de aguas residuales y grado de cumplimiento
- Permiso de vertimiento
- Principales problemas detectados y propuesta de actuaciones
- Conclusiones y recomendaciones

6.4) PROCEDIMIENTO EN ESTA TOMA DE MUESTRAS

Las muestras han sido tomadas en los afluentes del río Tablachaca, en el mismo río Tablachaca antes de la confluencia del afluente y en algunos casos después de la confluencia del afluente, también han sido tomadas 2 estaciones en el río Santa, antes y después de la desembocadura del río Tablachaca.

Se tomaron muestras de agua como de sedimento en cada estación de muestreo accesible.

6.4.1) Para Sedimentos

Se tomo aproximadamente 1 kilo de sedimento por cada estación de muestreo y fue colocada en bolsas Ziploc para una mejor conservación. A las muestras de sedimento se les mide en laboratorio los metales Cu, Zn, Cd, Pb, As y Hg. Además se les tamizará y se observara la mineralogía microscópicamente.

6.4.2) Para Agua

Se tomo 2 muestras de agua en cada estación de muestro en frascos de polietileno de 500 ml y 1 litro respectivamente.

A las muestras de 500 ml se le añadió 2 ml de HNO₃ concentrado para su conservación, esta muestra se usará para el análisis de metales Cu, Cd, Pb, As y Hg.

A la muestra de 1 litro se le trae intacta, a esta muestra se le medirá en el laboratorio la cantidad de sólidos suspendidos y los sulfatos. A ambas muestras se les pone en un cooler con hielo para que se mantengan a baja temperatura, principalmente a la muestra de 1 litro.

En el campo también se recogió adicionalmente una cubeta de agua a la cual se midió insito la temperatura, el pH, la conductividad y el potencial Redox. Se calculó además el caudal aproximado del río en esa estación.

6.5) DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

Las estaciones de muestreo se observan en forma general en la Tabla N° 10, Figura N° 8, Figura N° 9 y Figura N° 10.

Estación 1: se encuentra ubicado en la laguna de Pelagatos a 4000 msnm. en el distrito de Pampas, en la provincia de Pallasca. El camino es bastante accidentado, se encuentra a 1 hora aproximadamente de la ciudad de Pampas, la vegetación en esta zona está constituida por ichu principalmente. El agua tiene color transparente, la fauna de la laguna esta constituida por truchas. (Fotografía N° 2 y Fotografía N° 3).

Estación 2: No se pudo llegar a esta estación debido a la topografía del terreno. Esta estación se encuentra en el río Tablachaca, antes de la desembocadura del río Plata, observando desde la parte alta, se observa el poco caudal del río Tablachaca, ya que se encuentra cerca de su origen. (Fotografía N° 4).

Estación 3: Esta estación, al igual que la estación 2, nos fue inaccesible. Se encuentra ubicado en el río Plata, el primer afluente del río Tablachaca, el agua que pasa por esta estación llega de la provincia de Santiago de Chuco, se observa a la distancia muy poco caudal. (Fotografía N°4).

Estación 4: Se encuentra en el río Tablachaca antes de la desembocadura del Rió Sarín, presenta un color transparente, la zona es prácticamente inaccesible, para llegar se tiene que caminar aproximadamente 2 km. cruzando el río 6 veces.

Se aprecia precipitación de sal en algunas zonas del recorrido, así como también roca oxidada. (Fotografía N°5 y Fotografía N° 6).

Estación 5: Se encuentra en el río Sarín afluente del río Tablachaca, de poco caudal y valle estrecho, se llega de forma similar a la estación 4, presenta un color naranja muy intenso, el río proviene de la provincia de Santiago de Chuco en La Libertad. (Fotografía N°5 y Fotografía N° 6).

Estación 6: Esta estación se encuentra en el río Tablachaca antes de la desembocadura del río Conchucos. Esta estación se encuentra muy cerca de la carretera y es bastante fácil llegar a él. Presenta un color naranja; pero en menor intensidad que la del río Sarín. Presenta poca vegetación. (Fotografía N° 7, Fotografía N° 8, Fotografía N° 9).

Estación 7: Se encuentra en el río Conchucos, es un afluente del río Tablachaca, presenta un color transparente, con vegetación, este río abastece de agua a los distritos de Conchucos y Lacabamba en la provincia de Pallasca. (Fotografía N° 7, Fotografía N° 8, Fotografía N° 10).

Estación 8: Fue inaccesible la llegada a esta estación debido al caudal y lo angosto de la ribera. Esta estación se encuentra ubicado en el río Tablachaca antes de la desembocadura del río Angasmarca. (Fotografía N°11).

Estación 9: Al igual que la estación 8, fue inaccesible la llegada. Para llegar se tenía que cruzar el río Tablachaca, el cual tenía en esta zona más de 1 metro de profundidad y un caudal fuerte, lo cual implicaba un riesgo muy alto. Esta estación se encuentra en el río Angasmarca, antes de la confluencia con el río Tablachaca. El río Angasmarca proviene de los distritos de Mollepata, Mollebamba y Angasmarca, en la provincia de Santiago de Chuco. (Fotografía N° 11, Fotografía N° 12).

Estación 10: Se encuentra después de la confluencia del río Tablacaca y el río Angasmarca, Se tomo esta estación 10, ya que fue imposible llegar a las estaciones 8 y 9, los cuales estaban planificados inicialmente. La confluencia del agua que pasa por la estación 8 y por la estación 9. A continuación describiremos la estación 10.

Llegar a esta zona es realmente una hazaña, en primer lugar se debe de ir por una carretera clausurada unos 8 km. aproximadamente, después se tiene que bajar alrededor de 500 m por una cuesta de pendiente casi vertical y sin camino de herradura ni de ninguna clase, llegando incluso a usar sogas para la bajada.

Los ríos en esta confluencia se encuentran transparentes, aunque en algunas zonas del recorrido se encuentras pequeños charcos de oxidación, los cuales provienen aparentemente de las rocas alteradas de la zona. Se aprecia también un cañón cerca de esta desembocadura. (Fotografía N° 11, Fotografía N° 13).

Estación 11: Esta estación se encuentra en el río Tablachaca cerca de la confluencia con el río Sacaycacha, presenta un color transparente, y un caudal fuerte. La forma de acceder es similar a la de la estación 12.

En el recorrido de la estación 10 a la estación 11 se observa afloramientos de Carbón, y zonas de color rojizo en las rocas, la vegetación aumenta a diferencia de zonas anteriores. En el camino también se aprecian rocas estratificada, principalmente areniscas, así como también pliegues. (Fotografía N° 14).

Estación 12: Esta estación se encuentra en el río Sacaycacha, afluente del río Tablachaca, presenta un color marrón, este río abastece de agua a los distritos de Huandoval y Huacaschuque, la zona presenta bastante vegetación, Llegar a esta zona es relativamente fácil ya que las estaciones 11 y 12 se encuentran bastante cerca de la carretera. (Fotografía N° 14, Fotografía N° 15).

Estación 13: No se pudo llegar a esta estación debido a la topografía de la zona, además del fuerte caudal que presenta en esta zona el río Tablachaca, solo se consiguió tomar fotos de la zona. Esta estación se ubica en el río Tablachaca, antes de la desembocadura del río Santiago. (Fotografía N° 16, Fotografía N° 17).

Estación 14: Al igual que la estación 13, fue inaccesible la llegada. Esta estación se ubica en el río Santiago antes de la confluencia con el río Tablachaca. El río Santiago es uno de los más grandes afluentes del río Tablachaca, este río proviene de los distritos de Santiago de Chuco y Cachicadan en la provincia de Santiago de Chuco en La Libertad. (Fotografía N° 16, Fotografía N° 17 y Fotografía N° 18).

Estación 15: Esta estación se encuentra en el río Tablachaca antes de la desembocadura del río Boca Cabana, el agua es ligeramente negra con un caudal fuerte, la forma de acceder es similar a la de la estación 16, la vegetación es similar a la del valle del río Sacaycacha, aunque en la desembocadura al Tablachaca disminuye. (Fotografía N° 19, Fotografía N° 20 y Fotografía N° 21).

Estación 16: Esta estación se encuentra en el río Boca Cabana, presenta un color negro, llegar a esta estación al igual que a la estación 15 es relativamente fácil, cada estación se encuentra aproximadamente a 2 minutos de la carretera. Este río abastece de agua a los distritos de Tauca, Cabana y Bolognesi en la provincia de Pallasca en Ancash. (Fotografía N° 19, Fotografía N° 20 y Fotografía N° 22).

Estación 17: Esta estación se encuentra en el río Tablachaca antes de la confluencia con el río Ancos, el agua es de color negro, este río se encuentra en un valle amplio y con fuerte caudal. En el recorrido de la estación 16 a la estación 17 se aprecian afloramientos de Carbón. La carretera en esta zona se encuentra en mejores condiciones que en las estaciones anteriores. (Fotografía N° 23, Fotografía N° 24 y Fotografía N° 25).

Estación 18: Esta estación se encuentra en el río Ancos, también llamado río negro por los pobladores, presenta muy poca cantidad de agua, de color negro, se aprecia depósitos de sal en su recorrido, una parte de esta agua llega al río por un tubo plástico. Este río abastece de agua a los distritos de Santa Rosa y Llapo en la provincia de Pallasca en Ancash. (Fotografía N° 23, Fotografía N° 24 y Fotografía N° 26).

Estación 19: Esta estación se encuentra en el río Tablachaca, antes de la desembocadura final, es decir antes de la desembocadura del río Tablachaca al río Santa; el agua presenta un color negro y tiene caudal fuerte. La carretera desde la estación 17 a la estación 19 se encuentra asfaltada y señalizada, en esta parte del recorrido no se aprecia vegetación. (Fotografía N° 27, Fotografía N° 28 y Fotografía N° 29).

Estación 20: Esta estación se encuentra en el río Santa en la provincia de Santa en Ancash, esta ubicado antes de la desembocadura del río Tablachaca, presenta un color marrón verdoso, tiene un valle amplio y el caudal es bastante fuerte, no se aprecia vegetación. El río Santa al llegar esta estación ha recorrido la laguna de Conococha a 4100 msnm (su origen), el Callejón de Huaylas y el Cañón del Pato. (Fotografía N° 27, Fotografía N° 28 y Fotografía N° 30).

Estación 21: Esta estación al igual que a la estación 20 se encuentra en el río Santa en la provincia de Santa en Ancash, después de la desembocadura del río Tablachaca. Esta estación final se encuentra a 750 msnm, presenta agua color marrón, valle amplio y un caudal muy fuerte.

La bajada al río en esta estación al igual que en las estaciones 19 y 20 es relativamente fácil y se encuentra cerca de la carretera. A partir de esta estación el río Santa continúa su avance por Vinzos y Santa en Ancash, hasta desembocar en el océano pacífico. (Fotografía N° 27, Fotografía N° 28 y Fotografía N° 31).

COORDENADAS UTM

Estaciones	Este UTM	Norte UTM	Zona	Observaciones
1	0'190918	9095546	18	
2*			18	Inaccesible
3*			18	Inaccesible
4	0'176930	9093102	18	
5	0'176895	9093072	18	
6	0'176015	9092646	18	
7	0'176054	9092456	18	
8*			18	Inaccesible
9*			18	Inaccesible
10	0'171785	9091282	18	
11	0'821209	9082930	17	
12	0'820797	9081710	17	
13*			17	Inaccesible
14*			17	Inaccesible
15	0'815933	9074396	17	
16	0'815905	9074260	17	
17	0'811745	9060262	17	
18	0'811728	9059508	17	
19	0'804890	9043362	17	
20	0'804701	9042250	17	
21	0'798824	9041722	17	

Coordenadas UTM de las estaciones monitreadas, en la cuenca del río Tablachaca.

CORDENADAS UTM

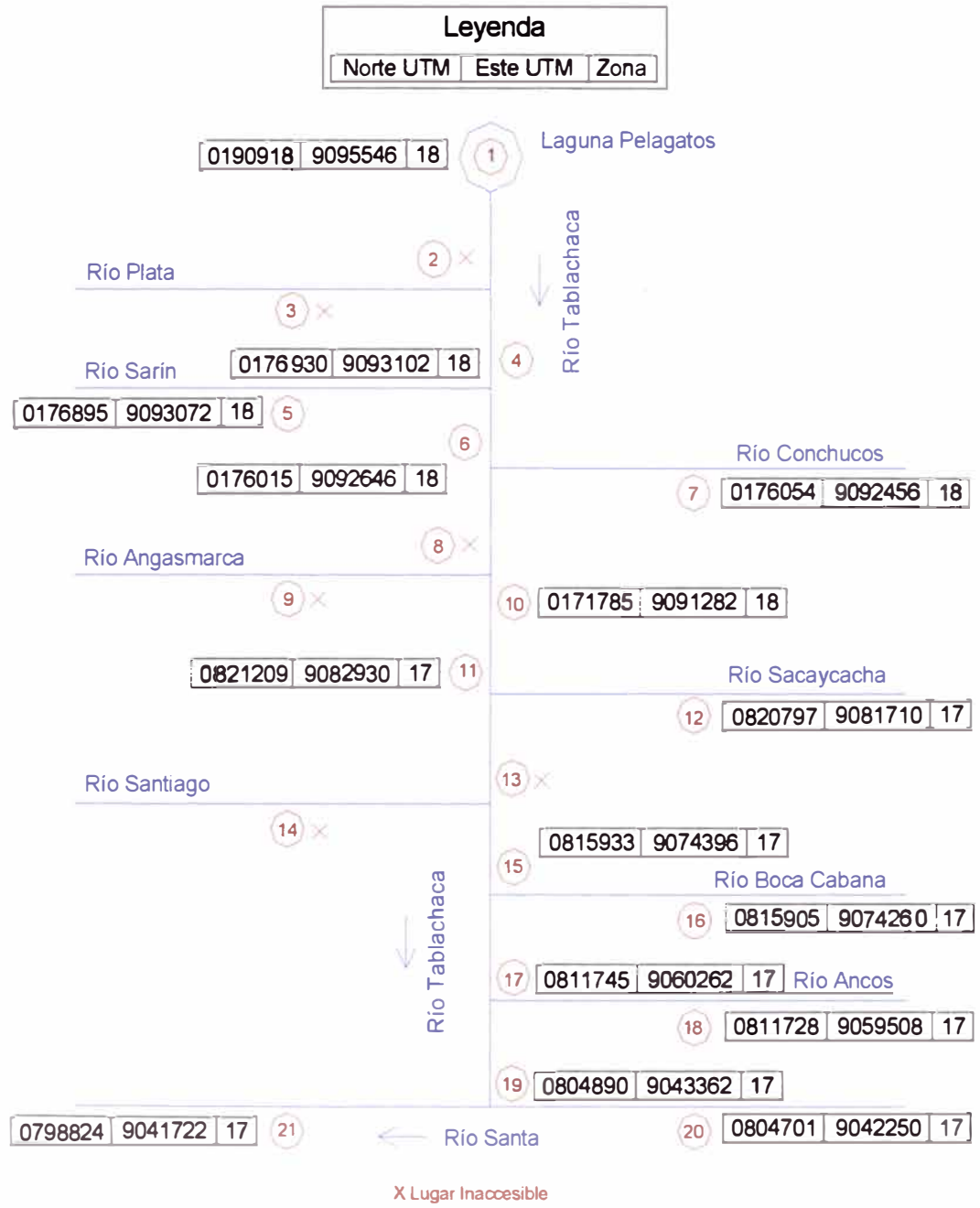


Figura N° 8

ESTACIONES DE MUESTREO (AGOSTO)

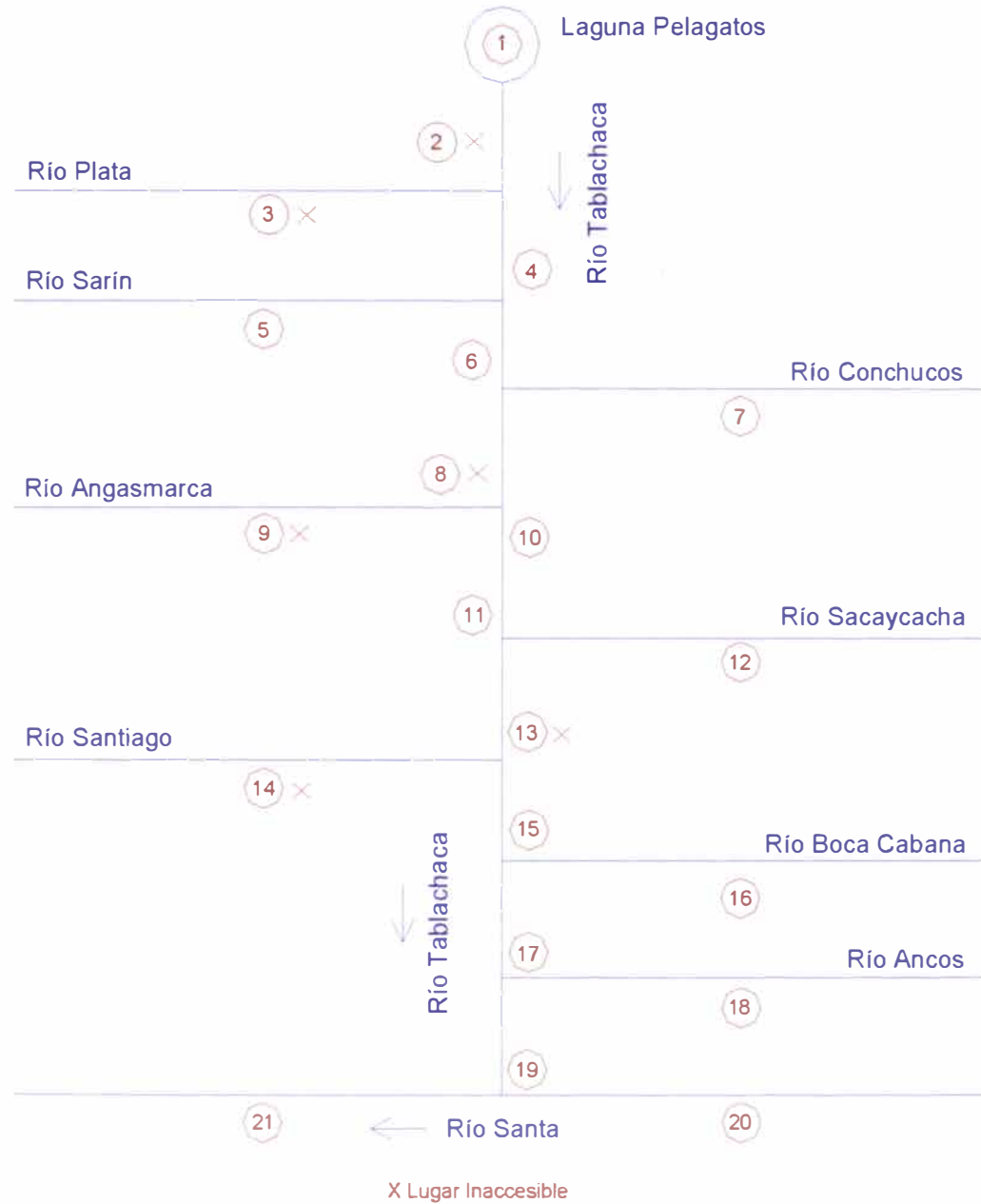


Figura N° 9

ESTACIONES DE MUESTREO (MARZO)

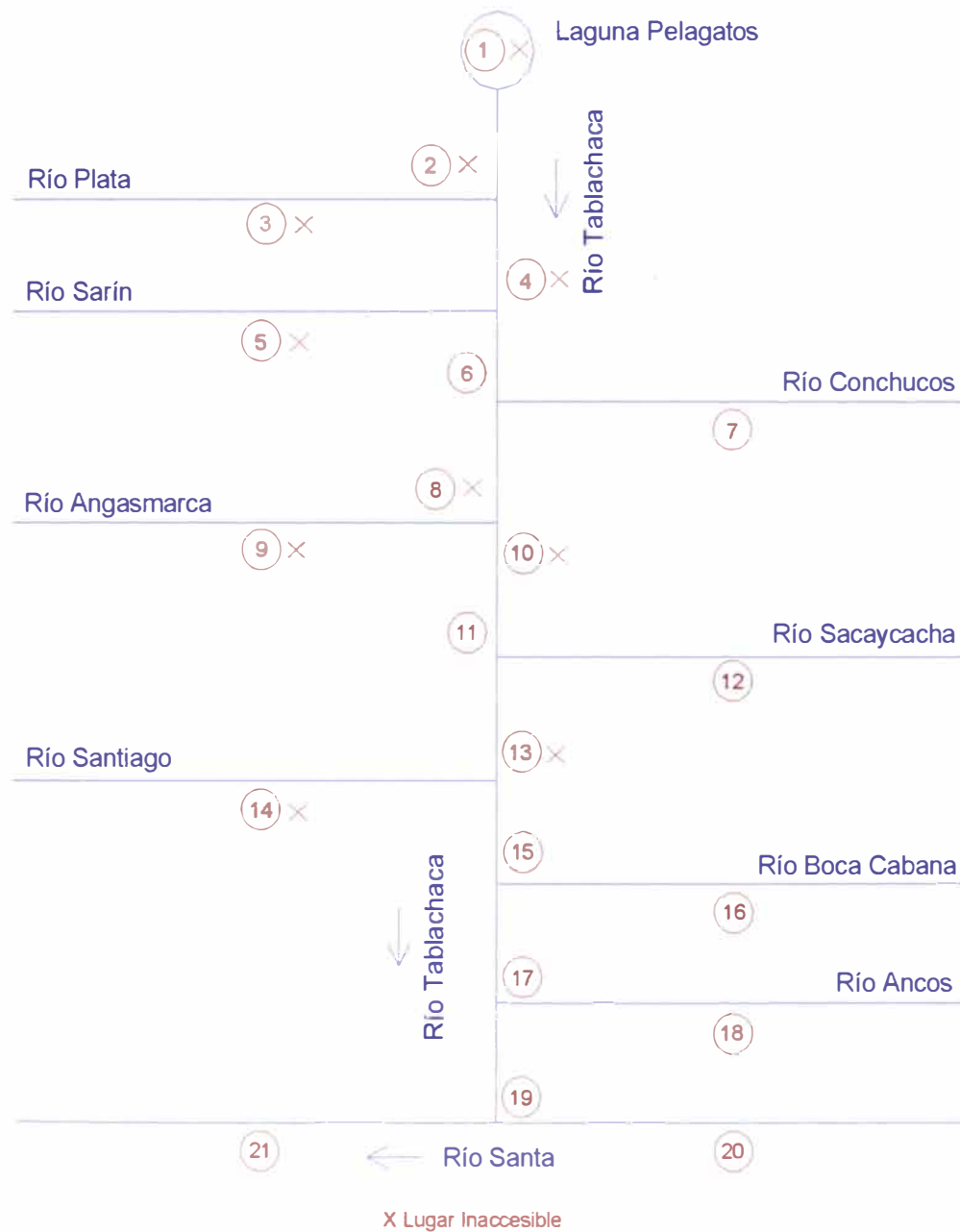
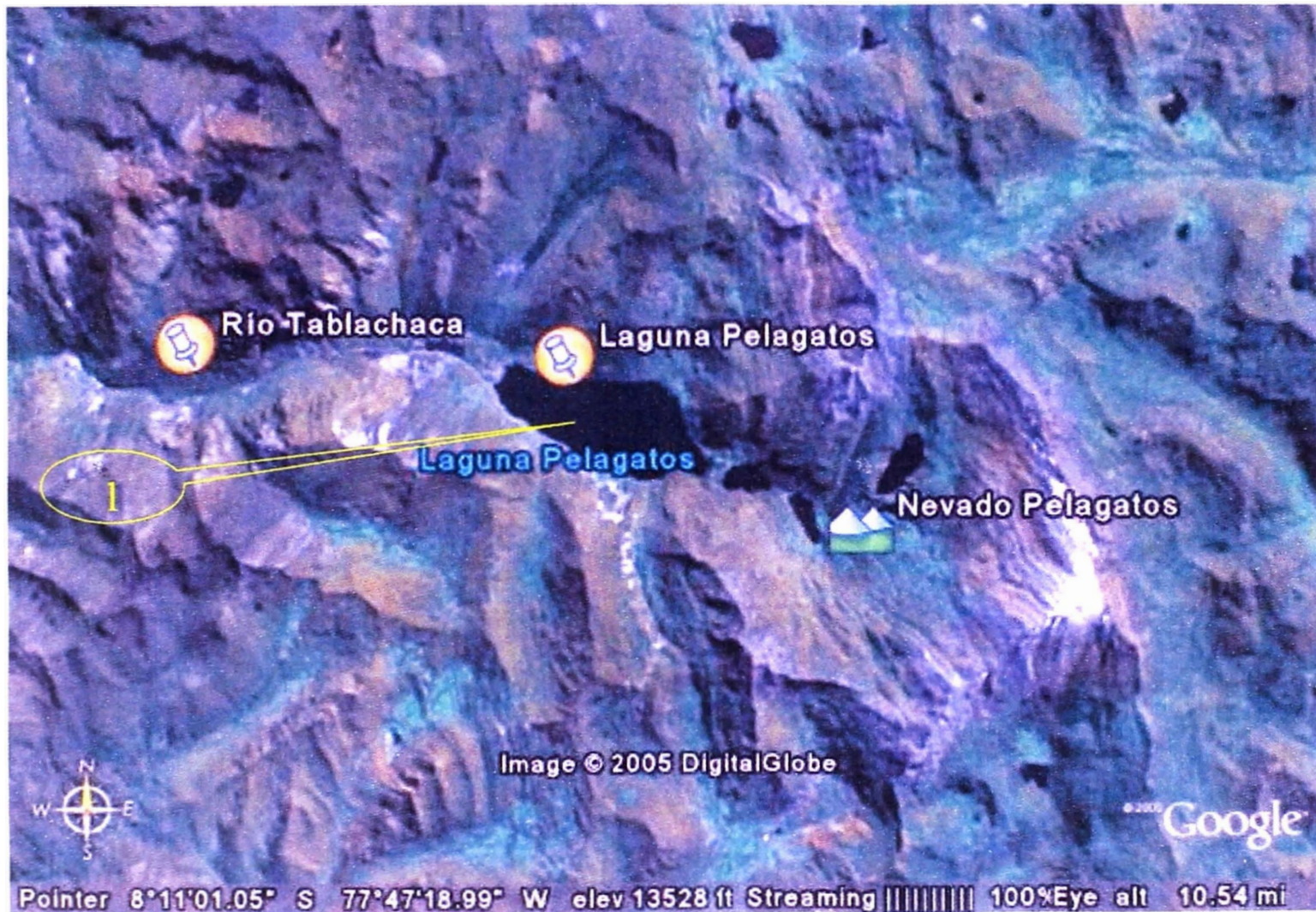


Figura N° 10

Fotografía Satelital: Estación 1



La laguna está localizada a 4250 msnm al pie del nevado Pelagatos, las rocas en la zona son principalmente lutitas y arenisca, presenta calizas en algunas zonas y presenta también depósitos aluviales. Escala 1 / 25000.

Estación 1: Laguna Pelagatos (4250 msnm)



Se observa la laguna Pelagatos, origen del Río Tablachaca, en época de estiaje a 4250 msnm. Las rocas que bordean la laguna son en su mayoría lutitas y arenisca, aunque hay evidencia de calizas en algunas zonas. No se aprecia vegetación en la zona.

Fotografía Satelital: Estación 2 y Estación 3



La confluencia se ubica a 3100 msnm, las rocas en la zona son comúnmente lutitas y areniscas finas, contiene también algunos depósitos aluviales. Escala 1 / 25000.

Fotografía Satelital: Estación 4 y Estación 5



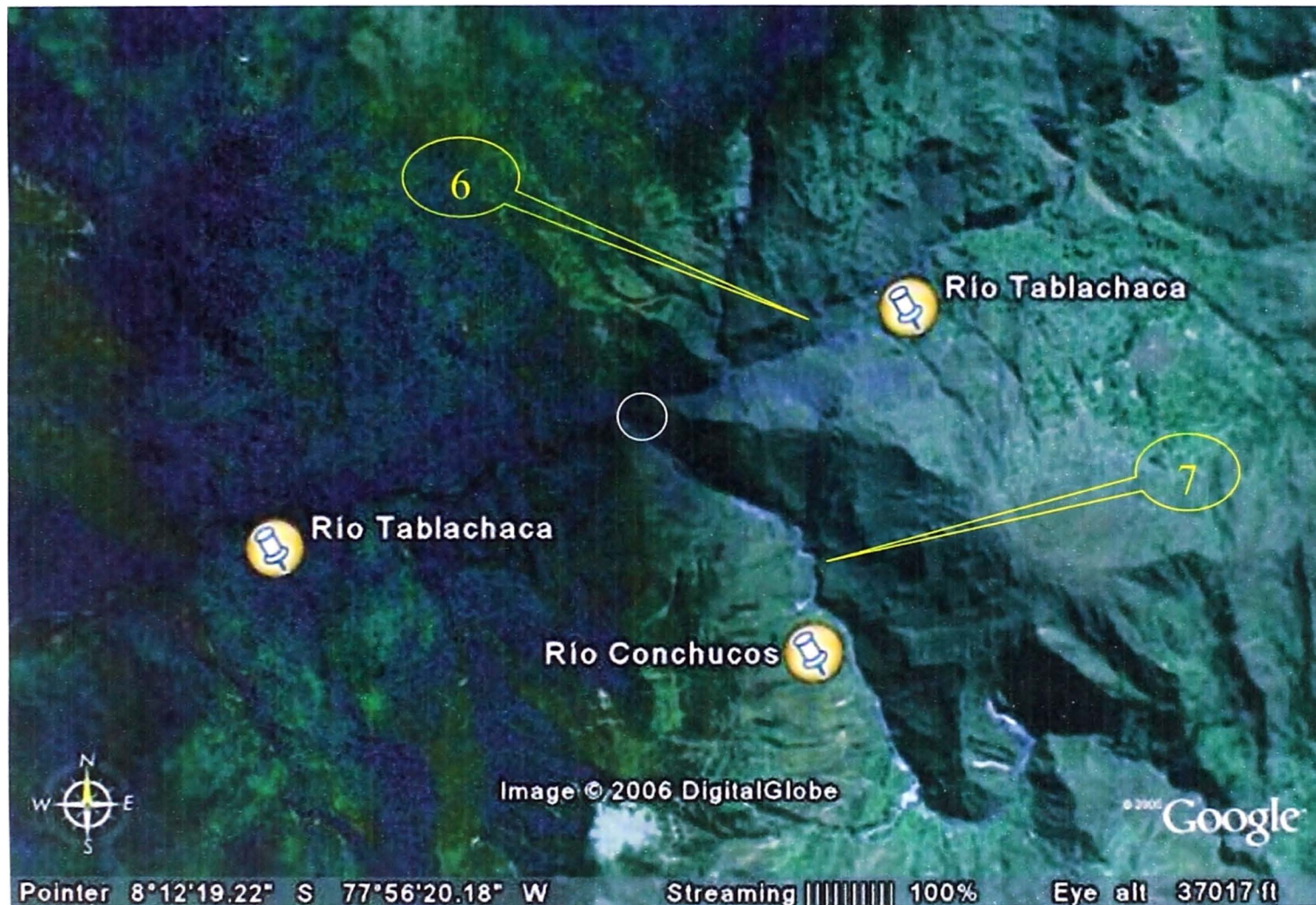
La confluencia se encuentra a 2180 msnm, las rocas en la zona son particularmente lutitas y areniscas finas, tiene también algunos depósitos aluviales. Escala 1 / 25000.

Confluencia del Río Sarín y el Río Tablachaca



En el lado izquierdo se aprecia la confluencia en la época de estiaje y en el lado derecho la confluencia en la época de lluvias. El río Sarín presenta un color anaranjado en la época seca debido a la contaminación y cambia a color negro en la época de lluvias por la dilución de contaminantes y la erosión de las rocas. La zona presenta vegetación solo en la época de lluvias.

Fotografía Satelital: Estación 6 y Estación 7



La confluencia se localiza a 2150 msnm, las rocas en la zona son mayormente lutitas, areniscas finas y depósitos aluviales. La subcuenca del río Conchucos a su vez muestra también afloramientos de intrusivos granodioríticos. Escala 1 / 25000.

Confluencia del Río Conchucos y el Río Tablachaca



En el lado izquierdo se aprecia la confluencia en la época de estiaje y en el lado derecho la confluencia en la época de lluvias. El río Tablachaca presenta un color anaranjado en la época seca, debido a los contaminantes del río Sarín, en la época de lluvias se vuelve negro por la dilución de los contaminantes y la erosión de las rocas. El río Conchucos es el afluente más limpio de la cuenca en ambas épocas del año. En el área se aprecia poca vegetación.

Estación 6: Río Tablachaca, antes del Río Conchucos



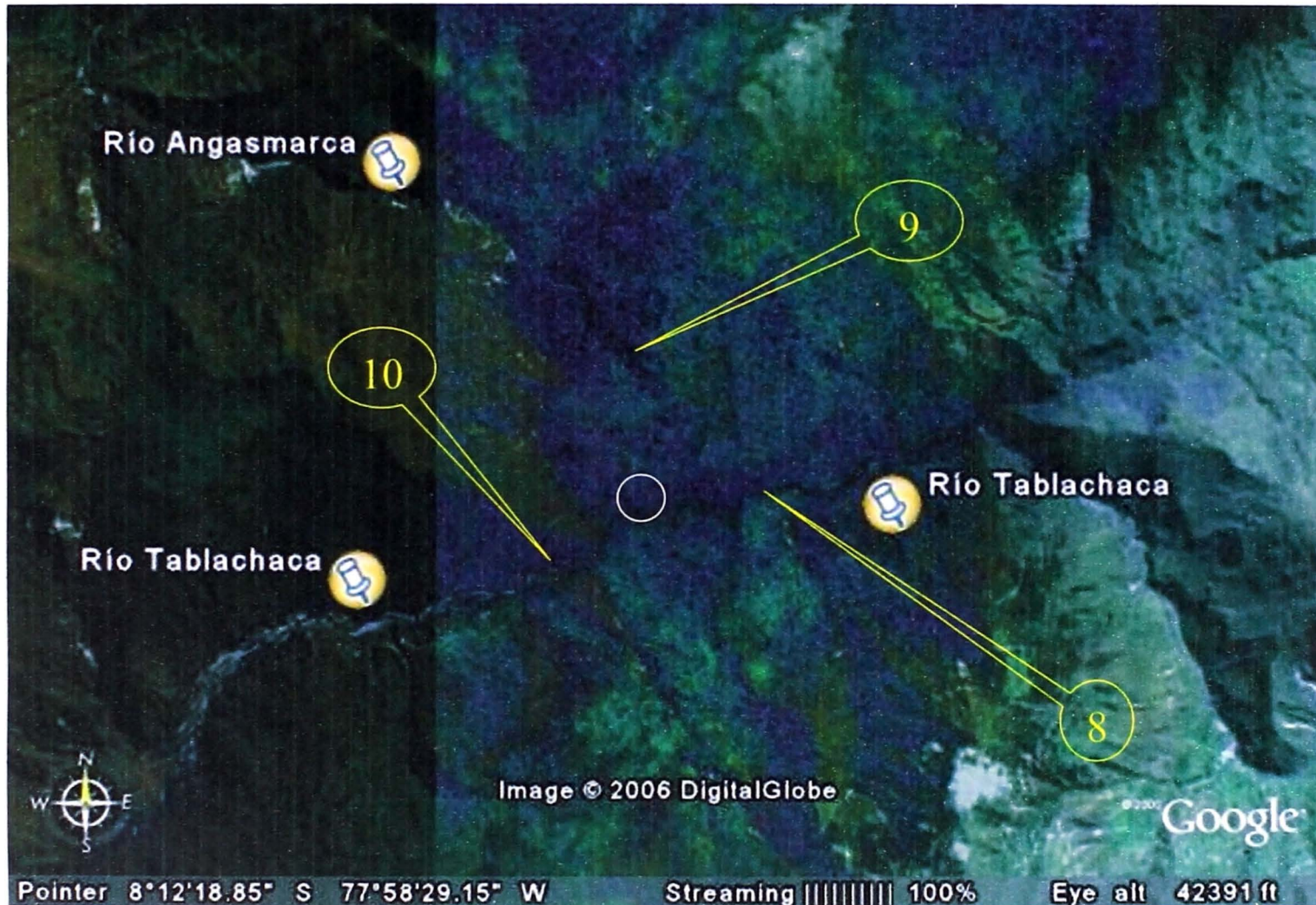
En el lado izquierdo se aprecia el río Tablachaca en esta zona en la época de estiaje y en el lado derecho en la época de lluvias. El río Tablachaca presenta un color anaranjado en la época seca, debido a los contaminantes del río Sarín, en la época de lluvias se vuelve negro por la dilución de los contaminantes y la erosión de las rocas. Las rocas en esta zona son por lo general lutitas y areniscas. La zona no presenta vegetación.

Estación 7: Río Conchucos



Se aprecia el río Conchucos en la época de lluvias, este río es el afluente mas limpio de la cuenca tanto en la época seca, como en la época de lluvias. Las rocas presentes en esta zona son mayoritariamente lutitas, areniscas y depósitos aluviales; en los márgenes del río se observa vegetación.

Fotografía Satelital: Estación 8, Estación 9 y Estación 10



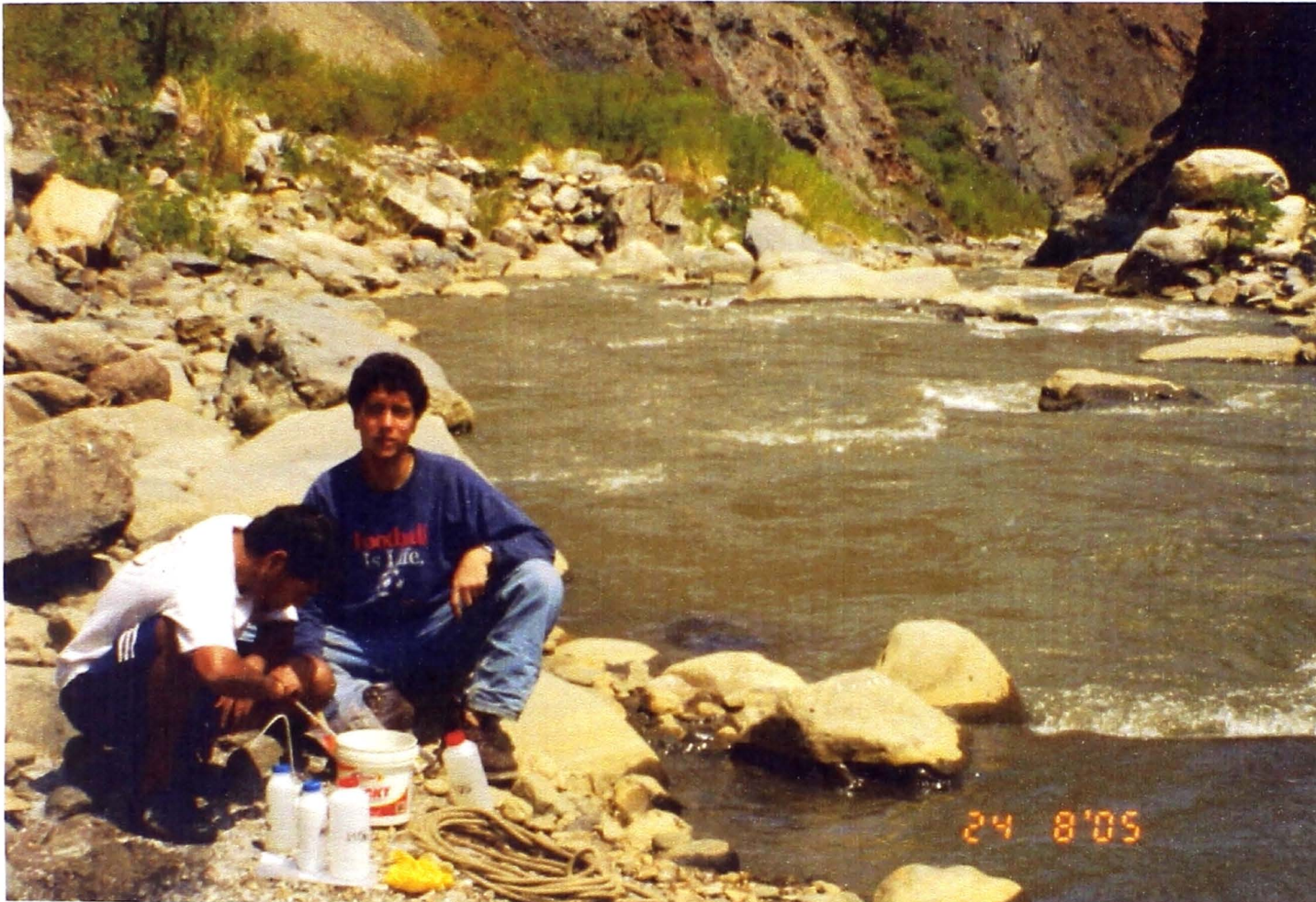
La confluencia esta ubicada a 1950 msnm, las rocas en la zona son comúnmente lutitas, areniscas finas y depósitos aluviales. La subcuenca del río Angasmarca también en la zona se aprecian cuarcitas. Escala 1 / 25000.

Estación 9: Río Angasmarca



Se aprecia en el fondo el río Angasmarca en la época de estiaje, la llegada a este lugar es bastante complicada. El río contiene vegetación en sus márgenes. Las rocas en esta zona son en su mayoría lutitas, areniscas y depósitos aluviales.

Estación 10: Río Tablachaca, después del Río Angasmarca



Se muestra el río Tablachaca en esta zona en la época de estiaje, se observa una ligera vegetación en sus márgenes, las rocas presentes en la zona son principalmente lutitas, areniscas y depósitos aluviales.

Fotografía Satelital: Estación 11 y Estación 12



La confluencia está localizada a 1550 msnm, las rocas en la zona son particularmente volcánicas de consistencia andesítica dacítica. La subcuenca del río Sacaycacha presenta lutitas, areniscas finas y cuarcitas. Escala 1 / 25000.

Estación 12: Río Sacaycacha



Se observa el río Sacaycacha en la época de lluvias, el río tiene un color negro debido a la erosión de las rocas de la zona, además de una escasa vegetación en los bordes.

Fotografía Satelital: Estación 13 y Estación 14



La confluencia se encuentra a 1450 msnm, las rocas en la zona son en su mayoría volcánicas de consistencia andesítica dacítica; existe también en algunas zonas el afloramiento de intrusivos granodioríticos. Escala 1 / 25000.

Confluencia del Río Santiago y el Río Tablachacaca



Se observa la confluencia de ambos ríos en la época de lluvias, el río Santiago tiene un color marrón claro, mientras que el río Tablachaca un color negro. El área contiene una ligera vegetación pero solo en la época de lluvias. Las rocas de la zona son por lo general volcánicas con depósitos aluviales.

Estación 14: Río Santiago



Se aprecia el río Santiago en la época de lluvias, el río Santiago presenta un color marrón claro con muy escasa vegetación; la pendiente del río en esta zona es elevada, por lo que contiene grandes fragmentos de roca angulosos. Las rocas de la zona son por lo común volcánicas con depósitos aluviales.

Fotografía Satelital: Estación 15 y Estación 16



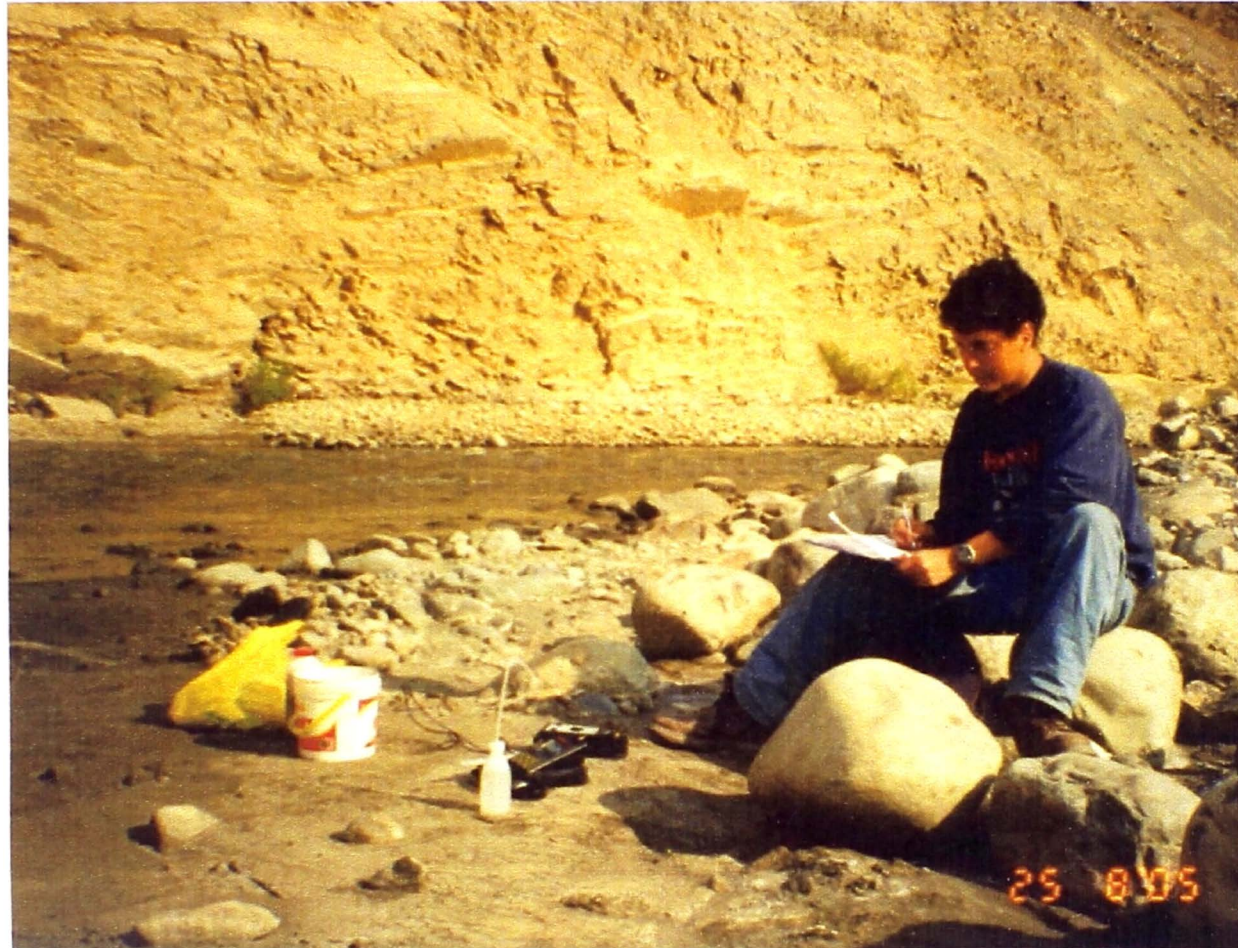
La confluencia se localiza a 1300 msnm, las rocas en la zona son mayormente volcánicas de consistencia andesítica dacítica. La subcuenca del río Boca Cabana presenta conglomerados, arenisca con mantos de carbón, cuarcitas y en algunas zonas calizas, margas. Escala 1 / 25000.

Confluencia del Río Boca Cabana y el Río Tablachaca



En el lado izquierdo se muestra la confluencia en la época de estiaje y en el lado derecho la confluencia en la época de lluvias. La zona de la confluencia no presenta vegetación en época seca, y es muy escasa en la época de lluvias. El río Boca Cabana tiene un color negro intenso en ambas épocas del año. Las rocas que se en la zona son volcánicas generalmente.

Estación 15: Río Tablachaca, antes del Río Boca Cabana



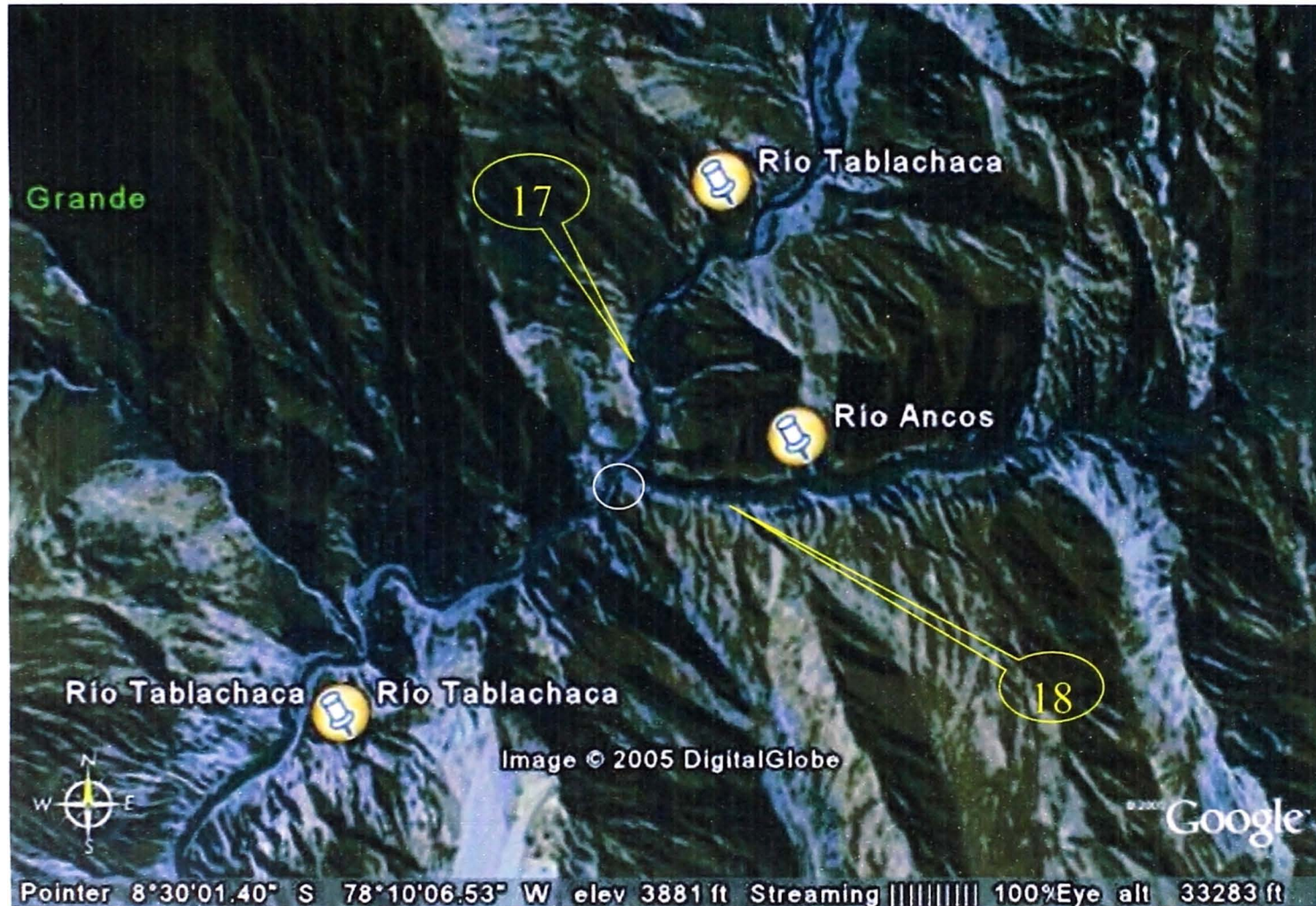
Se aprecia el río Tablachaca en esta zona en la época de estiaje, casi no tiene vegetación en sus márgenes en esta época del año, las rocas en la zona son particularmente volcánicas y depósitos aluviales.

Estación 16: Río Boca Cabana



En el lado izquierdo se aprecia el río Boca Cabana en la época de estiaje y en el lado derecho en la época de lluvias. Se observa en el río en ambas épocas del año un color negro intenso. La turbidez se incrementa considerablemente en la época de lluvias debido a la erosión de las rocas. Este río es el mas contaminado en la época de estiaje. Solo presenta vegetación escasa en la época de lluvias.

Fotografía Satelital: Estación 17 y Estación 18



La confluencia se encuentra ubicada a 1050 msnm, las rocas en la zona son principalmente volcánicas de consistencia andesítica dacítica, La subcuenca del río Ancos contiene conglomerados, areniscas con mantos de carbón, cuarcitas, en algunas áreas se aprecian también calizas y margas, presenta además depósitos aluviales. Escala 1 / 25000.

Confluencia del Río Ancos y el Río Tablachaca



En el lado izquierdo se muestra la confluencia en la época de estiaje y en el lado derecho la confluencia en la época de lluvias. El río Ancos aumenta su caudal y su turbidez en forma considerable en la época de lluvias. La zona tiene escasa vegetación, pero solo en la época de lluvias.

Estación 17: Río Tablachaca, antes de Río Ancos



Se aprecia el río Tablachaca en esta zona en la época de lluvias, muestra una escasa vegetación en sus márgenes pero solo en esta época del año, las rocas en la zona son en general cuarcitas y areniscas.

Estación 18: Río Ancos



En el lado izquierdo se observa el río Ancos en la época de estiaje y en el lado derecho en la época de lluvias. El río en la época de estiaje solo presenta un pequeño flujo de agua, mientras que en la época de lluvias, el caudal y la turbidez aumenta considerablemente. Las rocas en la zona son comúnmente cuarcitas y areniscas con mantos de carbón.

Fotografía Satelital: Estación 19, Estación 20 y Estación 21



La confluencia está localizada a 750 msnm, las rocas en la zona son mayoritariamente volcánicas de consistencia andesítica dacítica, intrusivos granodioríticos, calizas y areniscas además de depósitos aluviales. Escala 1 / 25000.

Confluencia del Río Tablachaca y el Río Santa



En el lado izquierdo se aprecia la confluencia en la época de estiaje y en el lado derecho la confluencia en la época de lluvias; el río Tablachaca aumenta su caudal y su turbidez considerablemente en esta época del año. Las rocas en esta zona son por lo común depósitos fluviales, areniscas y cuarcitas. La zona no muestra vegetación en ninguna de las épocas del año.

Estación 19: Río Tablachaca, antes del Río Santa



En el lado izquierdo se observa el río Tablachaca en esta zona en la época de estiaje y en el lado derecho en la época de lluvias. El río aumenta su caudal y turbidez considerablemente en la época de lluvias. Se aprecia una ligera vegetación en ambas épocas del año. Las rocas en esta zona son principalmente areniscas, cuarcitas y terrazas fluviales.

Estación 20: Río Santa, antes del Río Tablachaca



En el lado izquierdo se aprecia el río Santa en esta zona en la época de estiaje y en el lado derecho en la época de lluvias. La zona casi no tiene vegetación en ninguna época del año. Las rocas en esta zona son particularmente areniscas, cuarcitas y terrazas fluviales.

Estación 21: Río Santa, después del Río Tablachaca



En el lado izquierdo se observa el río Santa en esta zona en la época de estiaje y en el lado derecho en la época de lluvias. La zona presenta una escasa vegetación pero solo en la época de lluvias. Las rocas en esta zona son mayormente, areniscas, cuarcitas y terrazas fluviales.

6.6) MONITOREO EN AGUAS SUPERFICIALES

Para el caso de aguas superficiales se debe tener muy en cuenta, si el agua que se necesita monitorear es un efluente o un cuerpo receptor, ya que los estándares son muy diferentes.

6.6.1) Efluentes y Cuerpos Receptores

a) Efluentes

Son aguas residuales, domésticas, de relaveras, drenajes de mina, aguas de plantas metalúrgicas, etc; provenientes del lugar de la operación minera. Para medir la calidad de agua de los efluentes se usan los Límites Máximos Permisibles en agua, y son controlados por el MEM. (Tabla N° 12 y Tabla N° 13).

b) Cuerpos Receptores

Los cuerpos receptores son los lugares a donde llegan los efluentes como son los ríos, las lagunas, puquiales, lagos, el mar, etc. Para medir la calidad de agua en los cuerpos receptores existen varios estándares, el principal es la Ley de Aguas. (Tabla N° 11)

Por otro lado, se puede considerar también como cuerpos receptores a las comunidades aledañas, la flora, la fauna, el aire, el suelo, entre otros. En este estudio los cuerpos receptores analizados fueron las aguas superficiales y los sedimentos de la cuenca del río Tablachaca y sus subcuencas.

6.6.2) Toma de muestras en ríos

- Se puede obtener una muestra compuesta, formada por varias tomas en múltiples estaciones a lo largo de un río, si este tiene siempre el mismo caudal o bien se elige una zona de mezcla completa.
- No se deben tomar demasiado cerca de la orilla, sino lo más cerca de la corriente principal, para evitar que las condiciones especiales de temperatura y de concentración de oxígeno influyan debido a la presencia de vegetación y de algas.
- Cuando se quiere conocer los efectos causados por un vertimiento, se deben tomar muestras aguas arriba del vertido, en el foco mismo y aguas abajo en una estación tal que se garantice la mezcla homogénea.
- Los resultados de las muestras recogidas en un río variarán de acuerdo a la profundidad y a la velocidad de la corriente en la estación en la cual fueron tomadas.
- Es recomendable tomar la muestra en el centro de la corriente y a una profundidad media. La frecuencia de muestreo deberían decidirse según las condiciones del cuerpo de agua bajo estudio.

6.6.3) Toma de muestras en lagos y embalses

- Las notables variaciones motivadas por factores como la cantidad de lluvia, vientos, volumen de agua embalsada y la estratificación son las que condicionan la ubicación de la estación de muestreo, cantidad y tipo de muestra.
- En el caso de lagos y embalses se recomienda escoger varias estaciones de toma y en cada uno de ellos tomar varias muestras a diferentes profundidades.
- En general se deberá evitar áreas de turbulencia por la posible pérdida de componentes volátiles, Se debe muestrear desde la superficie descendiendo progresivamente.

6.6.4) Toma de muestras en canales

- En las canalizaciones se deben diferenciar las que llevan aguas para consumo humano, aguas para refrigeración y aguas de vertido urbano e industrial.
- Existen dos tipos de canalizaciones, de paso interrumpido y de paso continuo en ambos casos es necesario tener en cuenta el diámetro y la longitud de la canalización y la velocidad del flujo.
- En las canalizaciones con el paso interrumpido la forma más adecuada de tomar la muestra será dejar pasar bastante agua para que la muestra sea representativa del suministro.

6.6.5) Tablas usadas en la evaluación de aguas superficiales

Las Tablas usadas en la evaluación de aguas superficiales son la, Tabla N° 11, Tabla N° 12, Tabla N° 13, Tabla N° 14, Tabla N° 15, Tabla N° 16, Tabla N° 17, Tabla N° 18 y Tabla N° 19.

Ley General de Aguas

Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección.

II. Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración aprobados por el Ministerio de Salud.

III. Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.

IV. Agua de zonas recreativas de contacto primario (baños y similares).

V. Aguas de zona de pesca de mariscos bivalvos.

VI. Aguas de zona de Preservación de Fauna Acuática y Pesca Recreativa o Comercial.

NE: No se especifica valor.

(1): Especificado junto con un bioensayo (prueba 96 hs multiplicadas por 0.002)

Tabla N° 11

Ley General de Aguas DL N° 17752

Parámetro Monitoreado	Unidad	Límite para Uso I	Límite para Uso II	Límite para Uso III	Límite para Uso IV	Límite para Uso V	Límite para Uso VI
pH	UpH	NE	NE	NE	NE	NE	NE
DBO	mg/l	5	5	15	10	10	10
Arsénico	mg/l	0.1	0.1	0.2	NE	0.01	0.05
Cadmio	mg/l	0.01	0.01	0.05	NE	0.0002	0.004
Cobre	mg/l	1	1	0.5	3	0.01	NE
Cromo	mg/l	0.05	0.05	1.00	NE	0.05	0.05
Plomo	mg/l	0.05	0.05	0.1	NE	0.01	0.03
Mercurio	mg/l	0.002	0.002	0.01	NE	0.0001	0.0002
Níquel	mg/l	0.002	0.002	0.5	NE	0.002	(1)
Zinc	mg/l	5.0	5.0	25.0	NE	0.02	(1)
Cianuros	mg/l	0.2	0.2	NE	NE	0.005	0.005
Sulfatos	mg/l	NE	NE	400	NE	NE	NE
Hidrocarburos tot	mg/l	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Coliformes tot	NMP/100ml	8.8	20000	5000	5000	1000	20000
Coliformes fecales	NMP/100ml	0	4000	1000	1000	200	4000

Niveles máximos de emisión de efluentes líquidos minero metalúrgicos.

R.M. 011.96-EM/VMM, 13 de Enero de 1996

Tabla N° 12

Estándares de emisiones temporales para operaciones antiguas

Parámetros	Concentraciones en mg/L	
	En cualquier momento	Promedio Anual
pH	Mayor que 5.5 y Menor que 10.5	Mayor que 5.5 y Menor que 10.5
Sólidos en Suspensión	100	50
Plomo	1	0.5
Cobre	2	1
Zinc	6	3
Hierro	5	2
Arsénico	1	0.5
Cianuro Total	2	1

Tabla N° 13

Estándares de emisiones para proyectos nuevos

Parámetros	Concentraciones en mg/L	
	En cualquier momento	Promedio Anual
pH	Mayor que 6 y Menor que 9	Mayor que 6 y Menor que 9
Sólidos en Suspensión	50	25
Plomo	0.4	0.2
Cobre	1	0.3
Zinc	3	1
Hierro	2	1
Arsénico	1	0.5
Cianuro Total	1	1

Tabla N° 14

**Criterios de la calidad de agua propuesto por
La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos**

En la Salud Humana (ug/l)

Sustancia Química	Agua y Alimento	Solo Alimento	Observaciones
Arsénico	0.0022	0.018	(a)
Cadmio	10	n/a	(b)
Cobre	n/a	n/a	
Mercurio	0.144	0.146	
Plomo	50		(b)
Zinc	n/a		

(a) Estimaciones de la concentraciones que pueden resultar en un mayor incremento de los riesgos de cáncer sobre un tiempo de vida estimado en 10^{-6} .

(b) Estándares de agua de bebida.

n/a Insuficientes datos disponibles para determinar un criterio.

Tabla N° 15

Criterios de la OMS para la calidad de Agua de Abastecimiento (mg/l)

Constituyente	Valor de la Guia	Observaciones
Arsénico	0.05	(c)
Cadmio	0.005	(c)
Cobre		
Mercurio	0.001	(c)
Plomo	0.05	(c)
Zinc		

(c) Natural o adicionado deliberadamente; puede necesitar adaptación a las condiciones locales o climáticas

Tabla N° 16

Valores guía extraídos de la legislación Norteamericana (MADEP/EPA) y Canadiense

Parámetro investigado	Unidad	Uso para irrigación (1)	Uso para cría de ganado (1)	Uso para consumo humano (2)
SDT	mg/l	500/3500	3000	250
Cloruros	mg/l	100/700	NE	
Bario	mg/l	NE	NE	2
Arsénico	mg/l	0.100	0.025	0.05
Cadmio	mg/l	0.005	0.080	0.005
Cromo	mg/l	0.0049	0.050	0.1
Plomo	mg/l	0.200	0.100	0.015
Mercurio	mg/l	NE	0.003	0.002
Níquel	mg/l	0.200	1	0.1
Zinc	mg/l	5	50	NE
Cianuros	mg/l	NE	NE	0.2
Hidrocarburos tot	mg/l	NE	NE	0.2

(1): Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Agriculture Water Uses / Valores Guía para la protección de aguas de uso agrícola)

(2): Massachusetts Drinking Water Standards /Estándares para agua de bebida (Regional EPA)

NE: No se especifica valor.

Tabla N° 17

Guía de calidad del agua potable en Canadá en la Salud Humana (mg/l)

Sustancia	Concentración Máx. permisible
Arsénico	0.05
Cadmio	0.005
Cobre	(d)
Mercurio	0.001
Plomo	0.05
Zinc	(d)

(d) No es tóxico.

Tabla N° 18

Calidad de Agua para Lagos y Lagunas según las leyes Estado Unidenses

Constituyente	Concent. Max.	Unidad	Medio	Protección
Arsénico	50	ug/l	Agua	(a)
Cadmio	0.2	ug/l	Agua	(b)
Cobre	5	ug/l	Agua	(b)
Mercurio	0.2	ug/l	Agua	(c)
	0.5	ug/g	Pez	(d)
Plomo	(*)			
Zinc	30	ug/l	Agua	(b)

(*) Por debajo de los niveles de detección cuando se determinan por la mejor metodología científica disponible.

(a) Para abastecimiento de agua potable.

(b) Para vida acuática.

(c) Para vida acuática y aves.

(d) Para el consumo de pescado.

Tabla N° 19

Calidad de Agua para la vida acuática en agua dulce

Parámetros	Concent. Máx	Unid.	Observaciones
Arsénico	0.05	mg/l	(b)
Cadmio	0.20	ug/l	Dureza de 0-60 mg/l
	0.8	ug/l	Dureza de 60-120 mg/l
	1.3	ug/l	Dureza de 120-180 mg/l
	1.8	ug/l	Dureza > 180 mg/l
Cobre	2	ug/l	Dureza de 0-60 mg/l
	2	ug/l	Dureza de 60-120 mg/l
	3	ug/l	Dureza de 120-180 mg/l
	4	ug/l	Dureza > 180 mg/l
Mercurio	0.1	ug/l	
Plomo	1	ug/l	Dureza de 0-60 mg/l
	2	ug/l	Dureza de 60-120 mg/l
	4	ug/l	Dureza de 120-180 mg/l
	7	ug/l	Dureza > 180 mg/l
Zinc	0.03 (a)	ug/l	
pH	6.5 - 9.0		
Sólidos Susp.	Incremento de 10.0	mg/l	

(a) Criterio Tentativo

(b) La Dureza es con respecto a la concentración de CaCO₃

6.7) MONITOREO EN SEDIMENTOS

El monitoreo permite tomar muestras para evaluaciones químicas y físicas las cuales pueden ser superficiales, laterales, de calicatas y perforaciones. Los análisis que se realizan están orientados en base a establecer la estabilidad física y química de estos depósitos. Las evaluaciones y análisis químicos corresponden:

- Determinación del potencial neto de neutralización, esto es la evaluación del potencial de neutralización y potencial de acidez, correspondientes a pruebas estáticas, que nos ayuden a predecir la posibilidad de generación de drenaje ácido de estos depósitos.
- PH en pasta, que nos da la información respecto al grado de alteración del material y pH de las sustancias o minerales solubilizados.
- Evaluación de la composición química total de los sedimentos en especial de los elementos tóxicos As, Pb, Hg, Cd, etc.
- Evaluaciones petromineralógicas, para determinar los fragmentos de rocas y minerales que lo constituyen.
- Análisis granulométricos
- Evaluaciones de permeabilidad

Se monitorean los suelos ya que se pueden producir los siguientes impactos

- Generación de drenaje ácido, para lo cual se debe evaluar el Potencial Neto de Neutralización (PNN).
- Dispersión por acción del viento y del agua, contaminando agua y campos de cultivos (granulometría)

Este tipo de monitoreo debe ser realizado en forma trimestral. Se presentará a continuación las tablas correspondiente a monitoreo de suelos, mostrando los límites máximos permisibles según el uso. (Tabla N° 20 y Tabla N° 21)

Tabla N° 20

**Valores guía extraídos de la legislación Canadiense para la calidad de suelos
(Canadian Soil Quality Guidelines for Protection of Environmental and Human Health)**

Parámetro Investigado	Unidad	Uso agrícola	Uso residencial	Uso industrial
pH	UpH	6/8	6/8	6/8
Conductividad	ms/cm	2	2	4
Arsénico	mg/kg	12	12	12
Cadmio	mg/kg	1.4	10	22
Cromo	mg/kg	64	64	87
Plomo	mg/kg	70	140	600
Mercurio	mg/kg	6.6	6.6	50
Níquel	mg/kg	50	50	50
Sulfuros	mg/kg	500	NE	NE
Zinc	mg/kg	200	200	360
Cianuros	mg/kg	0.9	0.9	8.0
VOC´S (1)	mg/kg	0.05	0.5	5

(1) Expresado como Benceno

Tabla N° 21

Límites máximos permisibles en suelos

Para evaluar suelos contaminados podemos utilizar la tabla holandesa (Ministerie Vrom 1983), cuyos valores se indican en la siguiente tabla:

Elemento	Límite máximo permisible
Pb (mg / Kg)	600
Cu (mg / Kg)	500
Zn (mg / Kg)	3000
As (mg / Kg)	50
Cd (mg / Kg)	20
Hg (mg / Kg)	10
Cr (mg / Kg)	800

Esta tabla es la más usada en Europa para evaluar el grado de contaminación de suelos y los riesgos asociados para la salud humana, así como también decidir sobre la necesidad de aplicar medidas correctivas.

7) ANÁLISIS REALIZADOS EN AGUA Y EN SEDIMENTOS

7.1) PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS, SULFATOS Y TURBIDEZ

Los datos correspondientes a los parámetros Físico-Químicos, Sulfatos y Turbidez se muestran en la Tabla N° 22, Tabla N° 23, Tabla N° 24 y Tabla N° 25,

7.2) METALES EN AGUA

Los datos correspondientes a los análisis de metales en agua se muestran en la Tabla N° 26 y Tabla N° 27.

7.3) MINERALOGÍA Y GRANULOMETRÍA

La Fotografía N° 32 nos muestra los sedimentos que fueron recolectados en el mes de Agosto y en el mes de Marzo. Las Fotografías N° 33, N° 34, N° 35, N° 36, y la N° 37, nos muestran fotomicrografías en sección delgada de algunos de los sedimentos recolectados; las Fotografía N° 38, N° 39 y la N° 40, nos muestran fotomicrografías en sección pulida de algunos de los sedimentos recolectados. Los datos correspondientes a los análisis granulométricos y mineralógicos se muestran en la Tabla N° 28, Tabla N° 29, Tabla N° 30, Tabla N° 31, Tabla N° 32, Tabla N° 33, y Tabla N° 34.

7.4) METALES EN SEDIMENTO

Los datos correspondientes a los análisis de metales en sedimento se muestran en la Tabla N° 35 y Tabla N° 36.

PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS (AGOSTO)

Estación	Temperatura (C°)	Conductividad (us)	PH	Redox (mv)	Caudal (m3/s)
1	11,5	142	4.76	143	0
2*					0.4 aprox.
3*					0.3 aprox.
4	13,3	143	5.24	149	0.72
5	14	331	4.2	197	0.2
6	17	168.8	4.6	148	0.97
7	16.4	249	5.2	132	1.14
8*					2.2 aprox.
9*					1.2 aprox.
10	19	310	5.26	128	3.4
11	18	483	5.44	247	3.6
12	19	1148	4.9	353	0.44
13*					4.1 aprox.
14*					2.8 aprox.
15	16,5	540	5.56	228	7.1
16	16	1492	5.45	227	0.55
17	18	712	5.8	139	7.8
18	18	2980	5.85	133	0.001
19	18,5	761	6.1	235	8.1
20	19	359	5.79	240	40.1
21	19	444	5.95	245	48.2

Parámetros físico-químicos medidos en la época de estiaje en la cuenca del río Tablachaca.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS (MARZO)

Estación	Temperatura (C°)	Conductividad (us)	PH	Redox (mv)	Caudal (m3/s)
1*					0
2*					2.7 aprox.
3*					1.9 aprox.
4*					4.8 aprox.
5*					1.3 aprox.
6	16	129	7,2	121	6.4
7	16	192	7,6	114	7.52
8*					14 aprox.
9*					7.9 aprox.
10*					22 aprox.
11	19	242	7,6	120	23.76
12	18	286	6,3	72	2.9
13*					27 aprox.
14*					18 aprox.
15	20	230	7,4	115	46.86
16	21	532	7,0	124	3.63
17	24	258	6,8	105	51.48
18	22	391	7,1	111	1.19
19	23	237	7,1	65	53.46
20	22	182	7,4	70	264.7
21	23	247	7,5	81	318.2

Parámetros físico-químicos medidos en la época de lluvias en la cuenca del río Tablachaca.

SULFATOS Y TURBIDEZ (AGOSTO)

Estación	Sulfatos (mg/L)	Turbidez (NTU)
1	13	0.66
2*		
3*		
4	14.19	1.58
5	24.61	42.9
6	8.28	6
7	6.659	2.38
8*		
9*		
10	9.62	29.3
11	12.75	92.7
12	67.85	1056
13*		
14*		
15	32.12	143
16	108.4	4705
17	24.18	585
18	509.49	0.4
19	27.13	402
20	11.34	52.8
21	14.19	97.7

Sulfatos y turbidez medidos en la época de estiaje en la cuenca del río Tablachaca.

SULFATOS Y TURBIDEZ (MARZO)

Estación	Sulfatos (mg/L)	Turbidez (NTU)
1*		
2*		
3*		
4*		
5*		
6	12.04	1083
7	7.95	183
8*		
9*		
10*		
11	13.47	6590
12	15.30	1020
13*		
14*		
15	13.47	6310
16	30.63	9400
17	31.62	8167
18	33.13	7990
19	11.34	6150
20	9.28	642
21	9.95	1860

Sulfatos y turbidez medidos en la época de lluvias en la cuenca del río Tablachaca.

ANALISIS DE AGUA (AGOSTO)

Estación	Cu (mg/l)	Pb (mg/l)	Cd (mg/l)	As (mg/l)	Hg (mg/l)
1	0.003	0.012	0.0002	0.0277	0.00064
2*					
3*					
4	0.032	0.014	0.0015	0.0113	0.00056
5	0.016	0.007	0.0005	0.0094	0.00055
6	0.030	0.001	0.0005	0.0037	0.00067
7	0.003	0.001	0.0001	0.0065	0.00059
8*					
9*					
10	0.013	0.001	0.0004	0.0955	0.00052
11	0.016	0.001	0.0002	0.0529	0.00061
12	0.033	0.036	0.0032	0.0163	0.00130
13*					
14*					
15	0.017	0.020	0.0003	0.0342	0.00060
16	0.154	0.181	0.0094	0.2375	0.00082
17	0.028	0.039	0.0009	0.0879	0.00065
18	0.005	0.002	0.0001	0.0018	0.00049
19	0.023	0.015	0.0005	0.0643	0.00012
20	0.118	0.002	0.0014	0.0113	0.00049
21	0.102	0.013	0.0013	0.0924	0.00044

Análisis de metales en agua de las muestras tomadas en la época de estiaje en la cuenca del río Tablachaca.

ANALISIS DE AGUA (MARZO)

Estación	Cu (mg/l)	Pb (mg/l)	Cd (mg/l)	As (mg/l)	Hg (mg/l)
1*					
2*					
3*					
4*					
5*					
6	0.090	0.087	0.0003	0.0283	0.00084
7	0.021	0.022	0.0002	0.0070	0.00079
8*					
9*					
10*					
11	0.386	0.279	0.0010	0.5338	0.00117
12	0.044	0.030	0.0008	0.0218	0.00066
13*					
14*					
15	0.370	0.264	0.0013	0.3570	0.00137
16	0.318	0.274	0.0014	0.1606	0.00125
17	0.447	0.304	0.0024	0.4550	0.00224
18	0.228	0.155	0.0011	0.0877	0.00128
19	0.269	0.192	0.0009	0.3213	0.00081
20	0.067	0.055	0.0005	0.0168	0.00022
21	0.126	0.115	0.0008	0.1145	0.00040

Análisis de metales en agua de las muestras tomadas en la época de estiaje en la cuenca del río Tablachaca.

SEDIMENTOS RECOLECTADOS

Sedimentos Recolectados en Agosto



Sedimentos Recolectados en Marzo



Se recolectó 15 muestras de sedimento en la época de estiaje (Agosto) y 11 muestras en la época de lluvias (Marzo), en la cuenca del río Tablachaca y en sus subcuencas.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (AGOSTO)

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 1	100%	94.2%	90.6%	86.9%	74.3%	53.3%	29.7%	23.3%	16.8%	7.2%	1.9%	0.4%
Estación 2*												
Estación 3*												
Estación 4	100%	100%	81.1%	71.5%	57.5%	45.5%	26.9%	20.0%	14.4%	8.9%	5.6%	3.3%
Estación 5	100%	100%	100%	99.6%	99.3%	99.0%	98.4%	97.8%	96.2%	91.3%	73.1%	33.7%
Estación 6	100%	100%	100%	99.5%	98.1%	94.9%	88.3%	82.2%	73.4%	55.6%	38.8%	21.9%
Estación 7	100%	100%	98.4%	96.8%	94.2%	90.9%	80.9%	75.1%	68.3%	51.8%	30.1%	12.9%
Estación 8*												
Estación 9*												
Estación 10	100%	100%	97.8%	94.5%	89.8%	85.4%	70.8%	62.8%	56.6%	40.5%	21.5%	11.7%
Estación 11	100%	100%	100%	100%	99.4%	98.5%	94.2%	89.6%	81.7%	63%	34.9%	15%
Estación 12	100%	100%	96%	88.5%	74.4%	62.1%	47.4%	42.8%	38.5%	31.9%	21.5%	8.9%
Estación 13*												
Estación 14*												
Estación 15	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	99.3%	98.6%	87.5%	43.6%	15.7%
Estación 16	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	99.3%	98.6%	92.7%	66.7%	30.2%
Estación 17	100%	100%	100%	100%	100%	99.6%	99.1%	98.7%	97.9%	95.3%	76.8%	47.6%
Estación 18	100%	100%	97.8%	92.5%	82.9%	75.2%	59.9%	53.4%	46.8%	36.1%	22.5%	9.6%
Estación 19	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	96.3%	92.9%	89.5%	83.4%	67.4%
Estación 20	100%	100%	100%	100%	99.6%	99.3%	98.9%	98.6%	98.2%	96.8%	81.6%	38.5%
Estación 21	100%	100%	100%	100%	99.8%	98.9%	94.2%	86.3%	68.4%	31.9%	7.7%	1.6%

Análisis granulométricos realizados en los sedimentos recolectados en la época de estiaje en la cuenca del río Tablachaca.

ANALISIS GRANULOMÉTRICO (MARZO)

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 1*												
Estación 2*												
Estación 3*												
Estación 4*												
Estación 5*												
Estación 6	100%	100%	100%	99.3%	98.7%	97.8%	87.7%	76.0%	58.2%	31.6%	13.8%	4.9%
Estación 7	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	97.6%	95.1%	88.6%	62.9%	28.5%	11.0%
Estación 8*												
Estación 9*												
Estación 10*												
Estación 11	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	99.5%	99.0%	89.8%	47.4%	19.1%
Estación 12	100%	100%	82.3%	77.8%	70.6%	64.8%	54.2%	49.2%	41.6%	25.0%	10.0%	3.9%
Estación 13*												
Estación 14*												
Estación 15	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	99.3%	83.2%	35.7%	12.0%
Estación 16	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	98.8%	96.8%	92.7%	81.7%	60.5%	31.0%
Estación 17	100%	100%	100%	100%	99.7%	99.4%	99.1%	98.8%	98.6%	94.9%	56.8%	23.4%
Estación 18	100%	100%	100%	100%	100%	99.6%	99.3%	98.9%	98.2%	92.0%	69.9%	30.8%
Estación 19	100%	89.8%	57.2%	52.4%	51.7%	51.4%	51.2%	50.7%	49.5%	43.0%	22.8%	7.7%
Estación 20	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	99.4%	98.6%	93.9%	72.4%	33.8%	12.8%
Estación 21	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	99.4%	99.1%	90.3%	32.7%	7.9%

Análisis granulométricos realizados en los sedimentos recolectados en la época de lluvias en la cuenca del río Tablachaca.

ANALISIS MINERALÓGICO (1º PARTE - AGOSTO)

Estación 1 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca angulosos y redondeados, micas, material no compacto, cuarzo, bastante silicificación.
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, material no compacto, micas, fragmentos de roca, magnetita, ilmenita, carbonatos en mediana cantidad.
Malla -80	Magnetita, ilmenita, bastante cuarzo, arcillas, micas, carbonatos en alta cantidad.
Estación 4 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca redondeados, cuarzo, micas, ligera oxidación y silicificación.
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, fragmentos de roca, magnetita, pirrotita, ligera oxidación, carbonatos en poca cantidad.
Malla -80	Cuarzo, magnetita, pirrotita, esfalerita, pirita, galena, micas, arcillas, carbonatos en mediana cantidad.
Estación 5 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, silicificación, oxidación media.
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, ilmenita, oxidación media.
Malla -80	Cuarzo, oxidación, ilmenita, micas, esfalerita arcillas, ligera oxidación, carbonatos en muy poca cantidad.
Estación 6 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, pirita, cuarzo, micas, silicificación, ligera oxidación
De Malla -6 a Malla +80	Rasgos de vegetación, cuarzo, micas, pirita, esfalerita, ligera oxidación, muy poca cantidad de carbonatos
Malla -80	Cuarzo, ilmenita, pirrotita, magnetita, esfalerita, micas, arcillas, ligera oxidación, poca cantidad de carbonatos.
Estación 7 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, ligera oxidación, alta cantidad de carbonatos.
De Malla -6 a Malla +80	Abundante cuarzo, fragmentos de roca, micas, ilmenita, magnetita, alta cantidad de carbonatos.
Malla -80	Cuarzo, magnetita, ilmenita, micas, zircones, arcillas, muy alta cantidad de carbonatos.

Los análisis fueron realizados en las estaciones de mayor cota, en la época de estiaje dentro de la cuenca del Río Tablachaca.

ANALISIS MINERALÓGICO (2° PARTE - AGOSTO)

Estación 10 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, hornblenda, ortosa, plagioclasas, muy ligera oxidación.
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, esfalerita, ilmenita, micas, muy ligera oxidación, carbonatos en poca cantidad.
Malla -80	Abundante cuarzo, micas, ilmenita, esfalerita, pirita, galena, zircones, arcillas, carbonatos en mediana cantidad,
Estación 11 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, ortosa, plagioclasas, micas, turmalina.
De Malla -6 a Malla +80	Abundante cuarzo, esfalerita, micas, rutilo, oxidación media, ortosa.
Malla -80	Gran cantidad de cuarzo, micas, esfalerita, rutilo, arcillas, poca cantidad de carbonatos.
Estación 12 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, pirita, micas, silicificación.
De Malla -6 a Malla +80	Magnetita, Ilmenita, fragmentos de roca, oro, esfalerita, pirita, cuarzo, micas, muy poca cantidad de carbonatos.
Malla -80	Cuarzo, ilmenita, magnetita, oro, micas, esfalerita, pirita, arcillas, poca cantidad de carbonatos.
Estación 15 (Agosto)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Alto contenido de cuarzo, micas, ortosa, rutilo, oxidación media.
Malla -80	Abundante cuarzo, ortosa, micas, esfalerita, rutilo, arcillas, muy poca cantidad de carbonatos.
Estación 16 (Agosto)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, rutilo, ortosa, micas, ilmenita, oxidación media.
Malla -80	Cuarzo, ilmenita, micas, rutilo, arcillas, ligera oxidación, muy poca cantidad de carbonatos.

Los análisis se hicieron en las estaciones de cota intermedia, en la época de estiaje dentro de la cuenca del Río Tablachaca.

ANALISIS MINERALOGICO (3° PARTE - AGOSTO)

Estación 17 (Agosto)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, ilmenita, esfalerita, micas, magnetita, ligera oxidación, carbonatos en muy poca cantidad.
Malla -80	Magnetita, ilmenita, cuarzo, micas, zircones, arcillas, carbonatos en poca cantidad.
Estación 18 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, silicificación, pirita, micas y ligera oxidación, carbonatos en mediana cantidad.
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, micas, cuarzo, pirita, ilmenita, carbonatos en alta cantidad.
Malla -80	Cuarzo, ilmenita, micas, arcillas, carbonatos en muy alta cantidad.
Estación 19 (Agosto)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, esfalerita, ilmenita, magnetita, micas, muy poca cantidad de carbonatos.
Malla -80	Cuarzo, ilmenita, esfalerita, magnetita, micas, circones, arcillas, poca cantidad de carbonatos.
Estación 20 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, silicificación, micas, pirita, esfalerita.
De Malla -6 a Malla +80	Abundante cuarzo, micas, ilmenita, esfalerita, pirita, calcopirita, poca cantidad de carbonatos.
Malla -80	Cuarzo, micas, ilmenita, circones, arcillas, esfalerita, mediana cantidad de carbonatos.
Estación 21 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, silicificación, mediana oxidación.
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, pirita, esfalerita, rutilo, fragmentos de roca, micas, ilmenita, ligera oxidación, muy poca cantidad de carbonatos.
Malla -80	Cuarzo, ilmenita, esfalerita, pirita, micas, rutilo, arcillas, muy ligera oxidación, poca cantidad de carbonatos.

Los análisis se practicaron en las estaciones de menor cota, en la época de estiaje dentro de la cuenca del Río Tablachaca.

ANALISIS MINERALÓGICO (1° PARTE - MARZO)

Estación 6 (Marzo)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, pirita, micas, esfalerita, fuerte oxidación.
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, micas, pirita, esfalerita, rutilo, fragmentos de roca, ilmenita, oxidación media.
Malla -80	Magnetita, ilmenita, cuarzo, micas, esfalerita, pirita, rutilo, arcillas, muy poca cantidad de carbonatos.

Estación 7 (Marzo)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, magnetita, ilmenita, restos de vegetación, carbonatos en alta cantidad.
Malla -80	Magnetita, ilmenita, cuarzo, micas, circones, arcillas, carbonatos en muy alta cantidad.

Estación 11 (Marzo)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, ilmenita, ligera oxidación, pirita, esfalerita, restos de vegetación.
Malla -80	Cuarzo, micas, ilmenita, esfalerita, arcillas, carbonatos en muy poca cantidad.

Estación 12 (Marzo)	
Malla +6	Fragmentos de roca, micas, cuarzo, plagioclasas, ortosas, fuerte oxidación.
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, rutilo, ilmenita, esfalerita.
Malla -80	Cuarzo, ilmenita, micas, arcillas, esfalerita, rutilo, circones, carbonatos en muy poca cantidad.

Estación 15 (Marzo)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, ilmenita, carbonatos en poca cantidad.
Malla -80	Cuarzo, micas, rutilo, esfalerita, ilmenita, oxidación media, carbonatos en mediana cantidad.

Estación 16 (Marzo)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, magnetita, ilmenita, esfalerita, ligera oxidación, carbonatos en mediana cantidad.
Malla -80	Cuarzo, micas, esfalerita, arcillas, ilmenita, magnetita, ligera oxidación, carbonatos en alta cantidad.

Los análisis se realizaron en las estaciones de mayor cota, en la época de lluvias dentro de la cuenca del Río Tablachaca.

ANALISIS MINERALÓGICO (2º PARTE - MARZO)

Estación 17 (Marzo)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, pirita.
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, micas, pirita, magnetita, ilmenita, carbonatos en mediana cantidad.
Malla -80	Cuarzo, micas, rutilo, arcillas, ilmenita, mediana oxidación, carbonatos en alta cantidad.
Estación 18 (Marzo)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, micas, ortosa, ilmenita, pirita, esfalerita, carbonatos en poca cantidad.
Malla -80	Cuarzo, micas, esfalerita, arcillas, muy ligera oxidación, carbonatos en mediana cantidad.
Estación 19 (Marzo)	
Malla +6	Fragmentos de roca angulosos, cuarzo, micas, plagioclasa, mediana oxidación.
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, ilmenita, esfalerita.
Malla -80	Cuarzo, micas, magnetita, ilmenita, esfalerita, arcillas, carbonatos en muy poca cantidad.
Estación 20 (Marzo)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, esfalerita, ilmenita, rutilo, carbonatos en poca cantidad.
Malla -80	Cuarzo, micas, rutilo, esfalerita, magnetita, ilmenita, arcillas, carbonatos en mediana cantidad.
Estación 21 (Marzo)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, magnetita, ilmenita, esfalerita, pirita, carbonatos en poca cantidad.
Malla -80	Cuarzo, micas, esfalerita, magnetita, ilmenita, arcillas, carbonatos en mediana cantidad.

Los análisis fueron practicados en las estaciones de menor cota, en la época de lluvias dentro de la cuenca del Río Tablachaca.

ANÁLISIS DE SEDIMENTO (AGOSTO)

Estación	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Cd (ppm)	As (ppm)	Hg (ppm)
1	30.2	36.1	34.1	1.91	69.8	0.079
2*						
3*						
4	812.7	3042.0	107.7	8.85	413.0	0.200
5	18.5	63.4	22.7	1.80	20.1	0.036
6	103.1	269.9	31.4	2.39	78.1	0.114
7	22.5	93.4	25.7	1.57	64.1	0.194
8*						
9*						
10	54.1	175.2	46.1	0.76	218.7	0.139
11	37.1	110.7	26.2	1.38	92.5	0.088
12	26.4	112.5	25.0	1.60	57.8	0.351
13*						
14*						
15	18.2	91.2	22.2	1.32	28.8	0.155
16	14.5	53.3	26.7	1.20	70.8	0.132
17	30.1	112.8	19.8	1.72	68.0	0.105
18	42.3	95.4	29.8	1.58	15.0	0.104
19	22.3	158.0	30.2	1.80	55.5	0.130
20	134.5	443.0	31.8	3.06	68.5	0.102
21	61.7	192.2	49.6	1.87	22.8	0.113

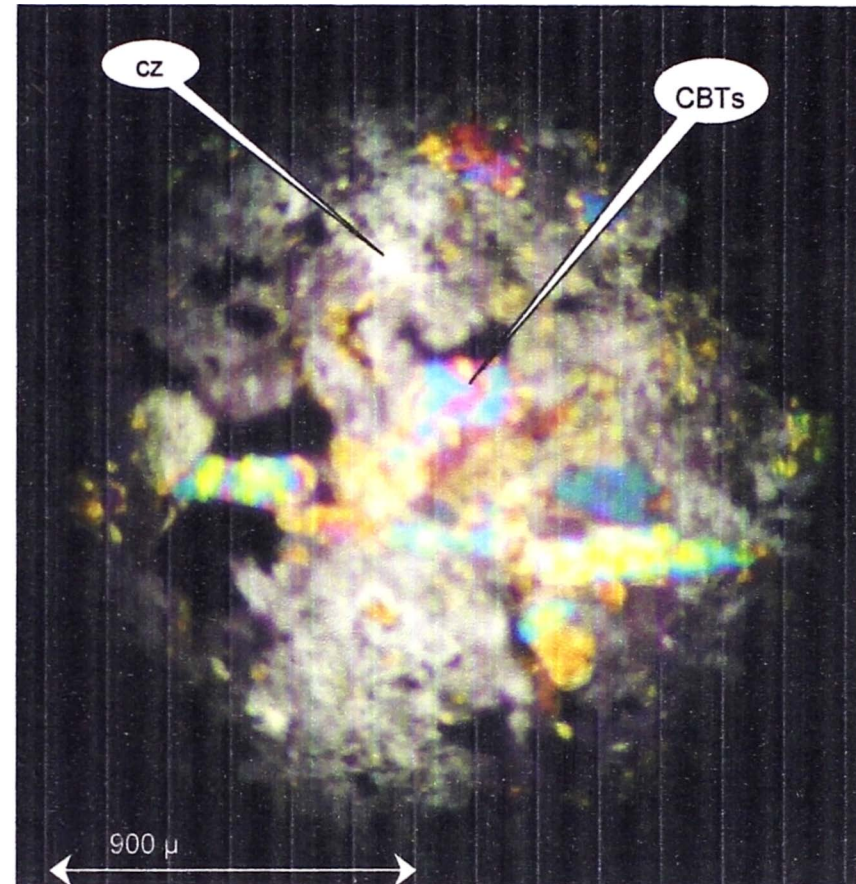
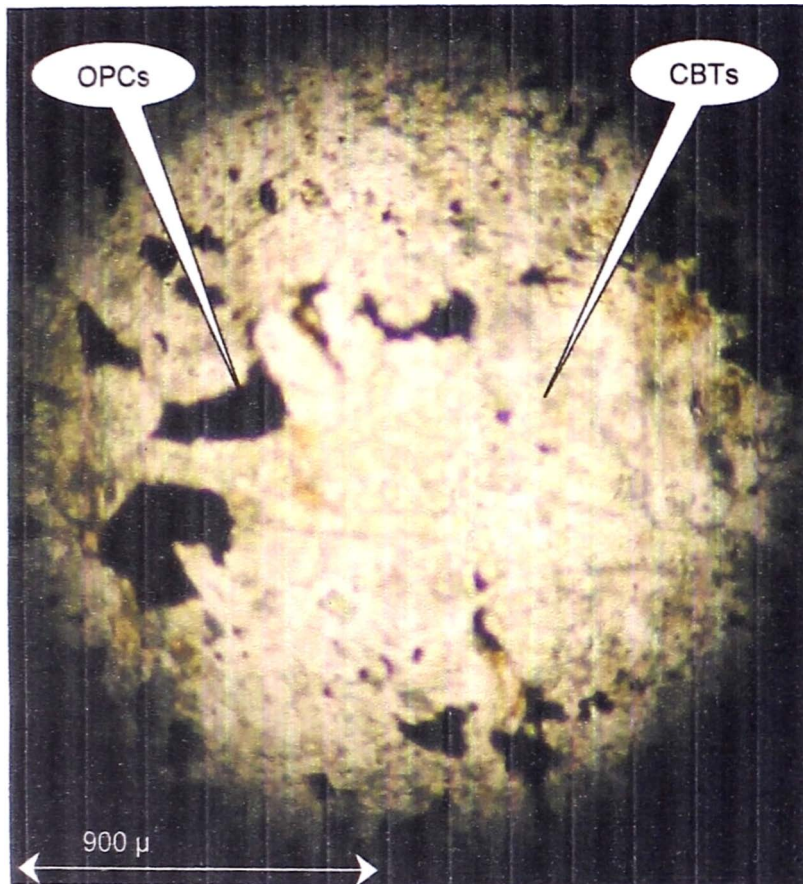
Análisis de metales en los sedimentos recolectados en la época de estiaje en la cuenca del río Tablachaca.

ANÁLISIS DE SEDIMENTO (MARZO)

Estación	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Cd (ppm)	As (ppm)	Hg (ppm)
1*						
2*						
3*						
4*						
5*						
6	71.60	172.9	39.6	0.45	24.53	0.13
7	37.20	53.5	24.2	0.14	51.70	0.15
8*						
9*						
10*						
11	37.00	46.2	35.5	0.13	63.60	0.14
12	38.00	166.8	42.0	0.17	96.30	0.16
13*						
14*						
15	36.00	58.0	23.4	0.12	62.10	0.16
16	32.10	112.7	15.7	0.20	16.30	0.17
17	38.00	52.1	19.0	0.25	51.70	0.18
18	30.10	107.3	17.7	0.19	19.20	0.17
19	36.00	87.5	27.6	0.20	91.10	0.150
20	37.23	120.6	33.3	0.16	29.80	0.13
21	26.12	61.4	22.5	0.05	62.10	0.12

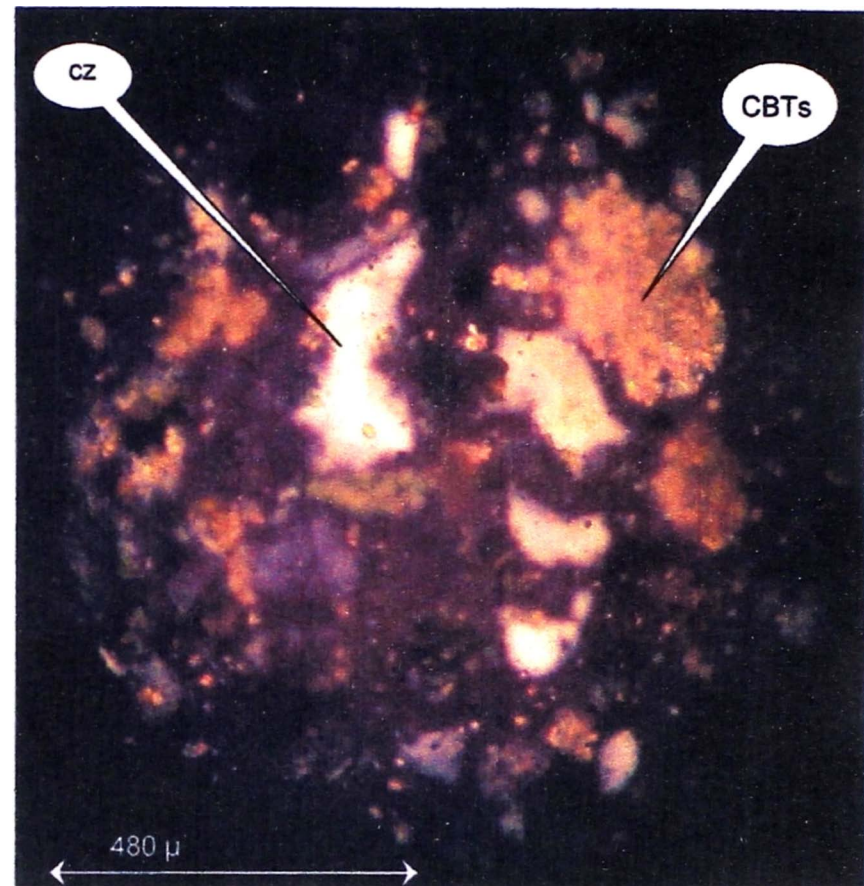
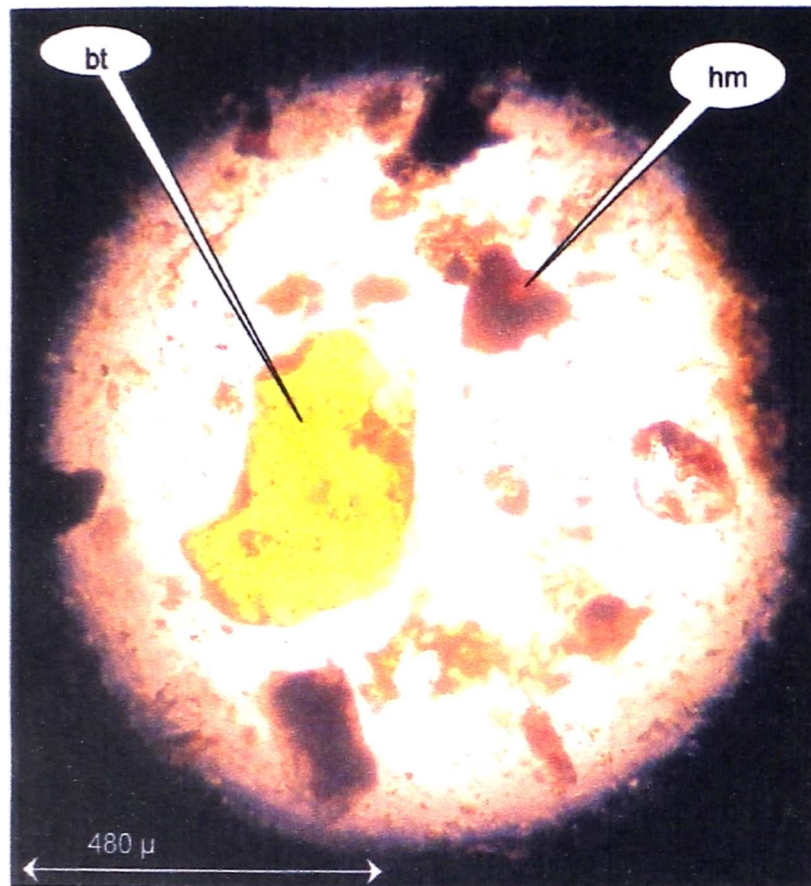
Análisis de metales en los sedimentos recolectados en la época de lluvias en la cuenca del río Tablachaca.

FOTOMICROGRAFÍAS EN SECCIÓN DELGADA DE SEDIMENTOS “ 1 ”



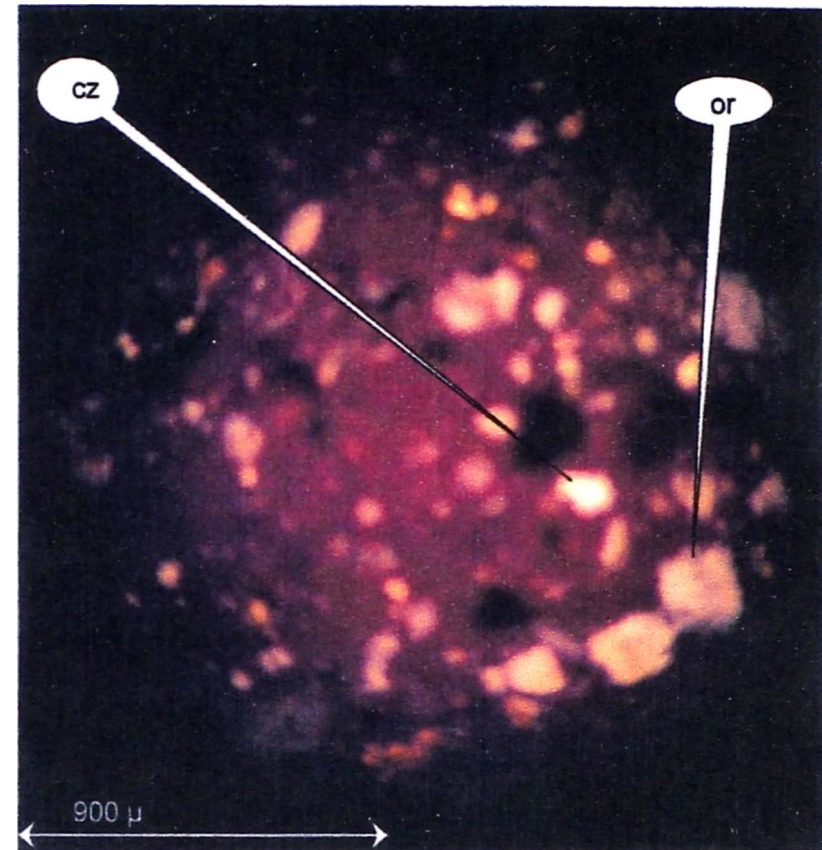
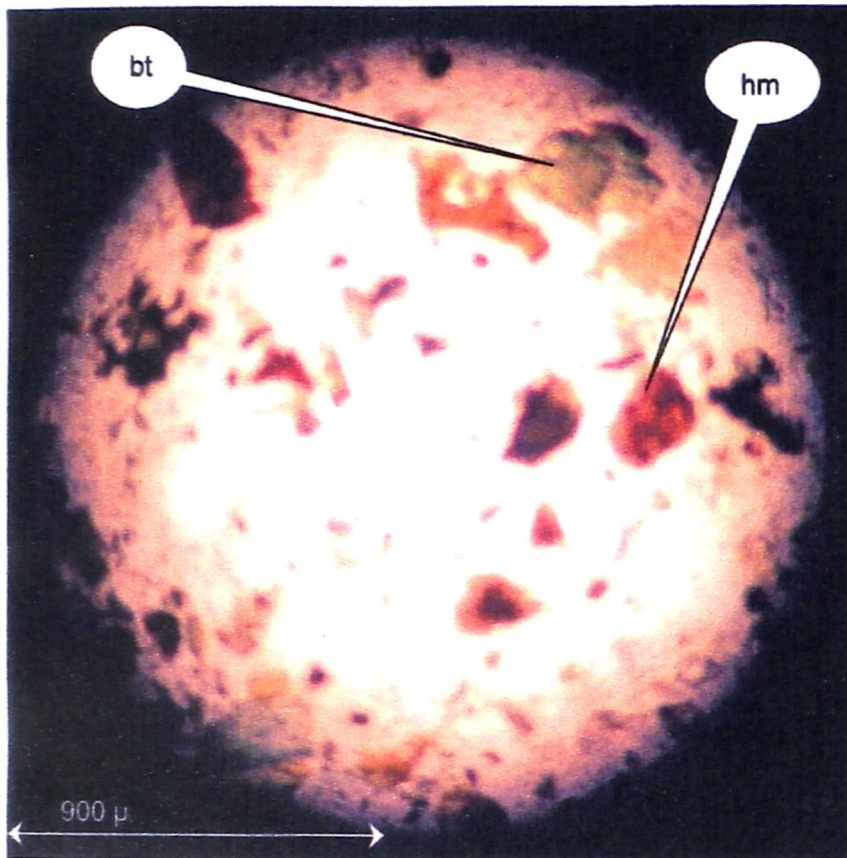
Esta sección delgada corresponde a la fracción gruesa de la Estación 7 (Río Conchucos) en época de estiaje. La foto de la izquierda se encuentra en N// y la de la derecha en NX. Ambas con un aumento de 10X / 0.30. En N// se observan carbonatos como un fluido y una matriz arcillosa. En NX los carbonatos se observan con mayor claridad, la matriz esta compuesta de cuarzo y feldespatos.

FOTOMICROGRAFÍAS EN SECCIÓN DELGADA DE SEDIMENTOS “ 2 ”



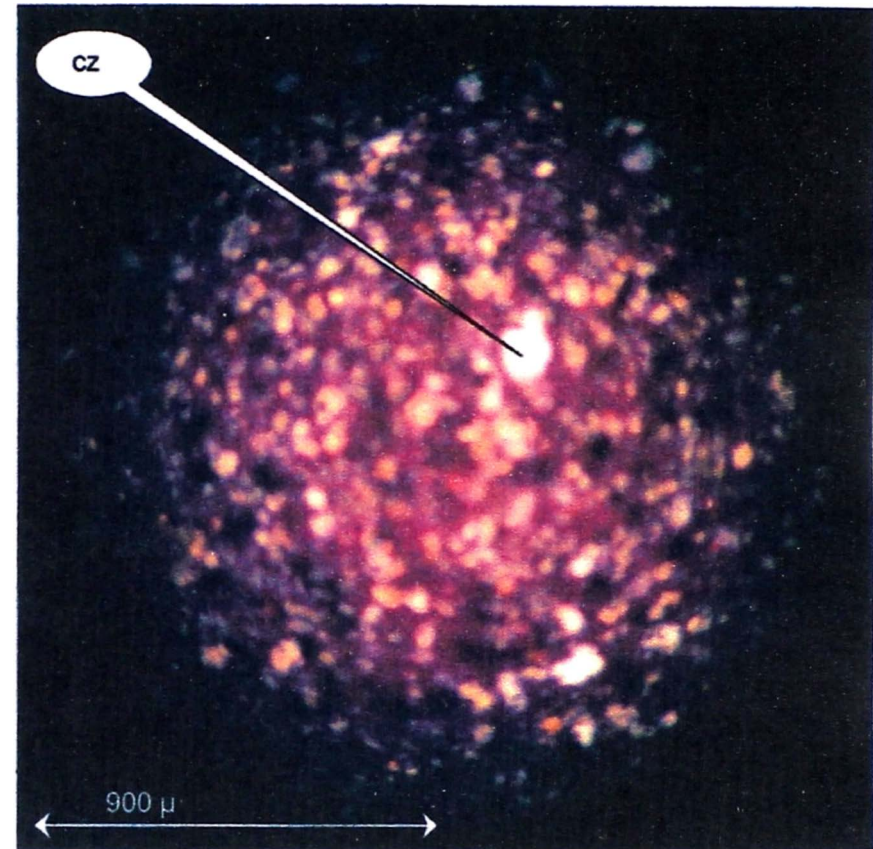
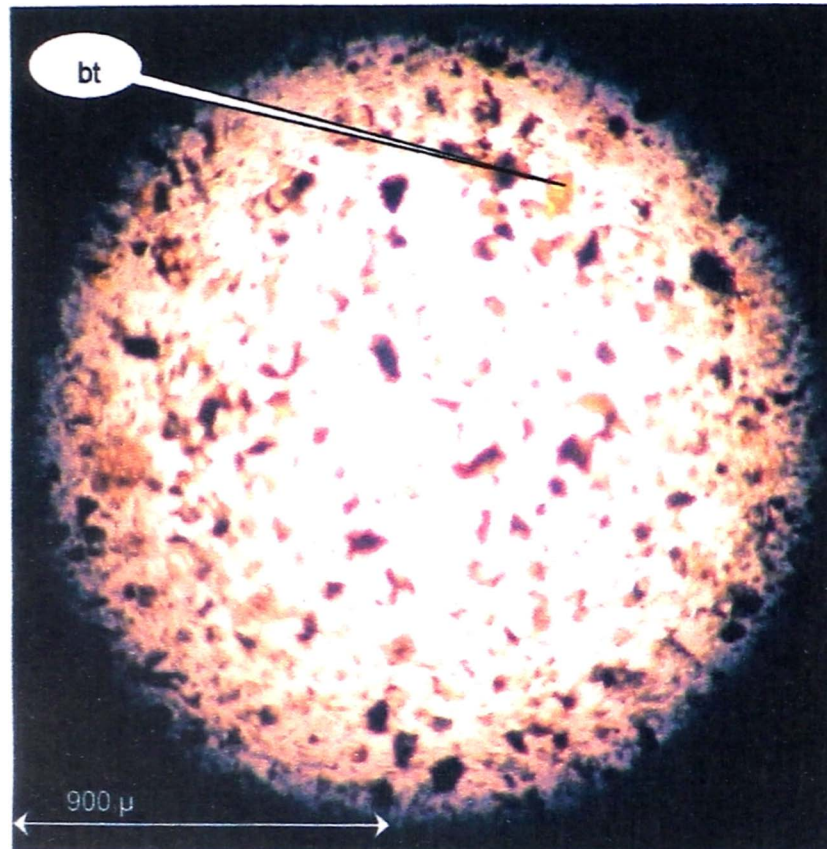
Esta sección delgada corresponde a la fracción fina de la Estación 7 (Río Conchucos) en época de estiaje. La foto de la izquierda se encuentra en N// y la de la derecha en NX. Ambas con un aumento de 20X / 0.45. En N// principalmente lo que se observan biotitas y minerales opacos férricos como hematitas aunque también algunos sulfuros. En NX se aprecian micas, cuarzos, algunos feldespatos y carbonatos.

FOTOMICROGRAFÍAS EN SECCIÓN DELGADA DE SEDIMENTOS “ 3 ”



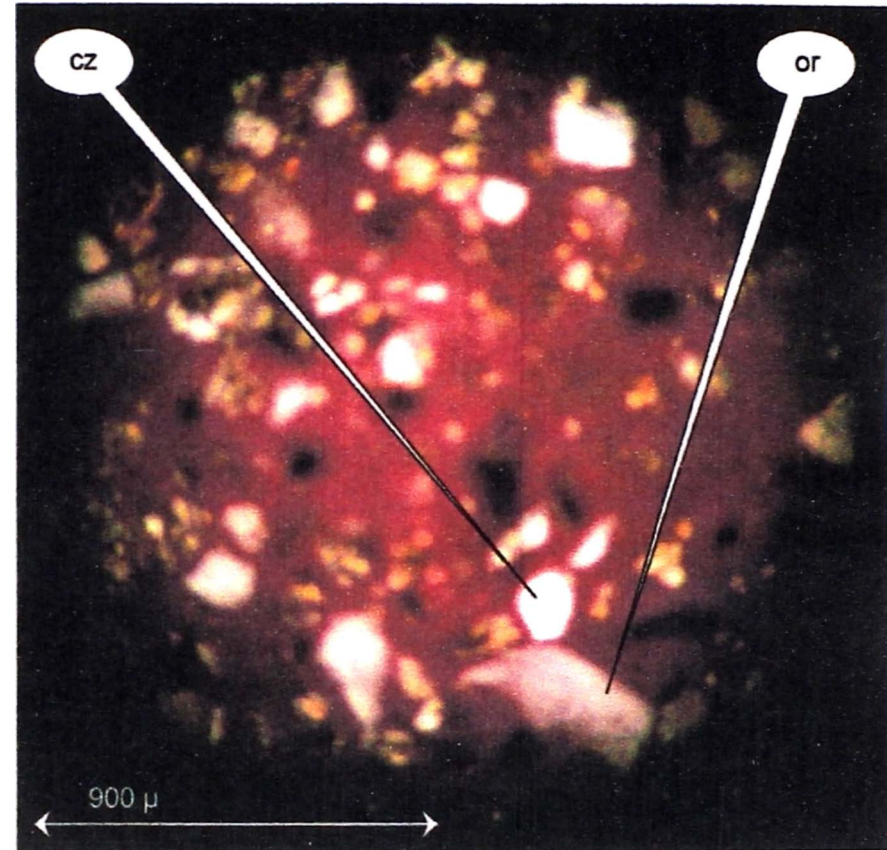
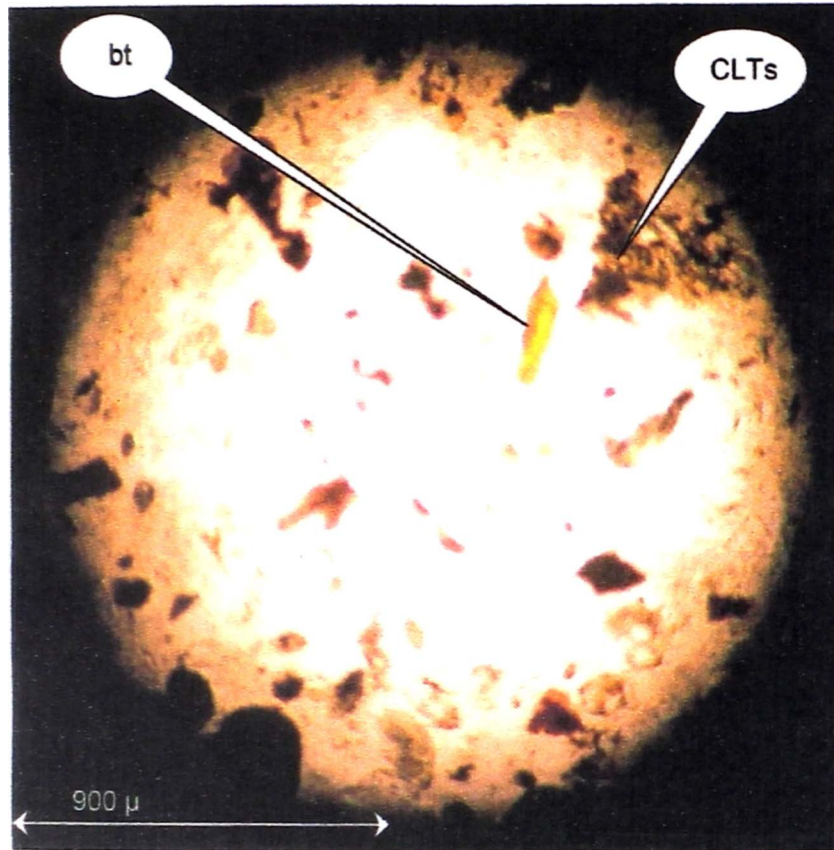
Esta sección delgada corresponde a la fracción fina de la Estación 7 (Río Conchucos) en época de lluvia. La foto de la izquierda se encuentra en N// y la de la derecha en NX. Ambas con un aumento de 10X / 0.30. En N// se observan biotitas, opacos férricos como hematitas, también presenta algunos sulfuros y detritos angulosos. En NX se aprecia micas cuarzo, feldespatos, micas y pequeñas áreas con carbonatos.

FOTOMICROGRAFÍAS EN SECCIÓN DELGADA DE SEDIMENTOS “ 4 ”



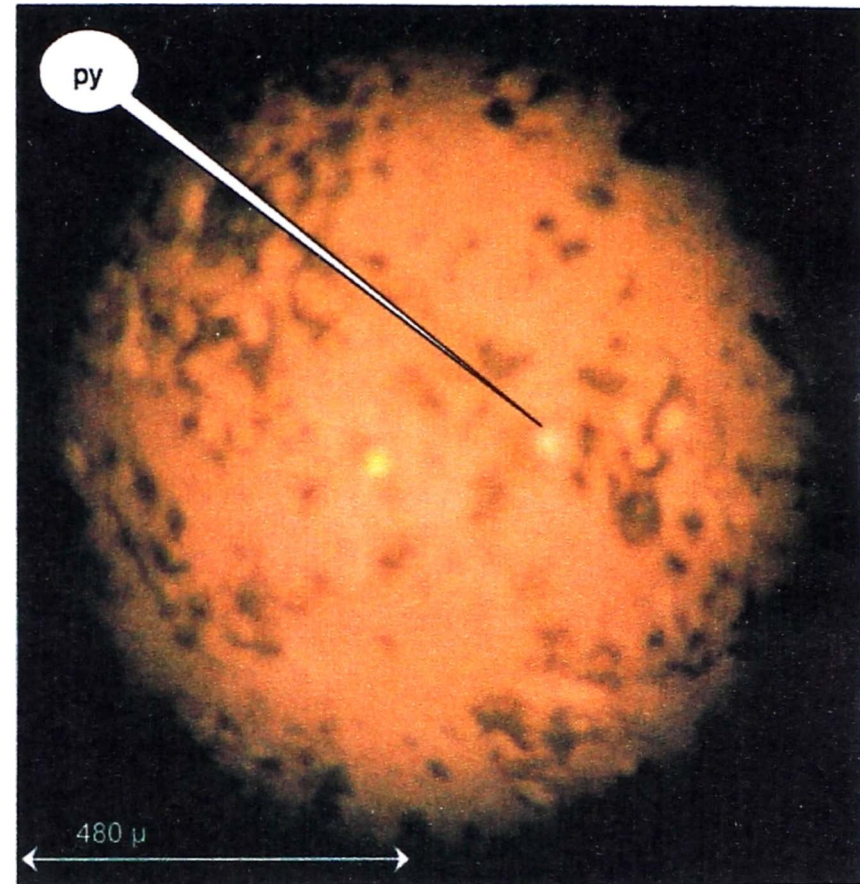
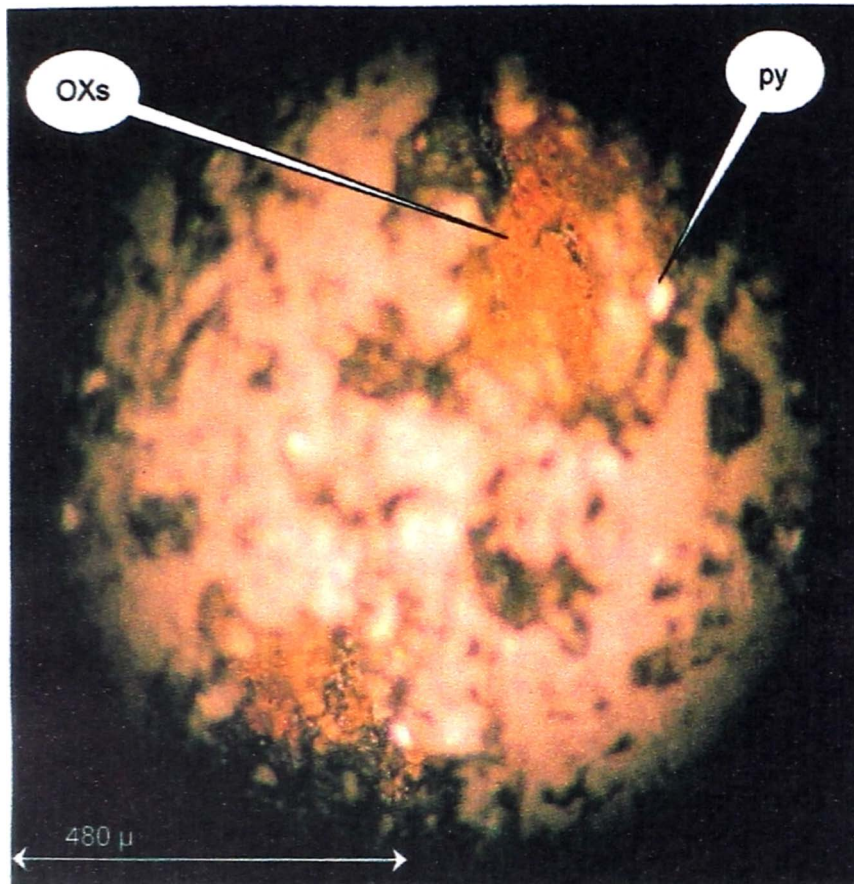
Esta sección delgada corresponde a la fracción fina de la Estación 19 (Río Tablachaca, antes de la desembocadura al Río Santa) en época de estiaje. La foto de la izquierda se encuentra en N// y la de la derecha en NX. Ambas con un aumento de 10X / 0.30. En N// se aprecia un material bien seleccionado compuesto de micas, cloritas y minerales opacos ferricos como hematitas con algunos sulfuros. En NX se observan cuarzos, feldespatos, micas y opacos.

FOTOMICROGRAFÍAS EN SECCIÓN DELGADA DE SEDIMENTOS “ 5 ”



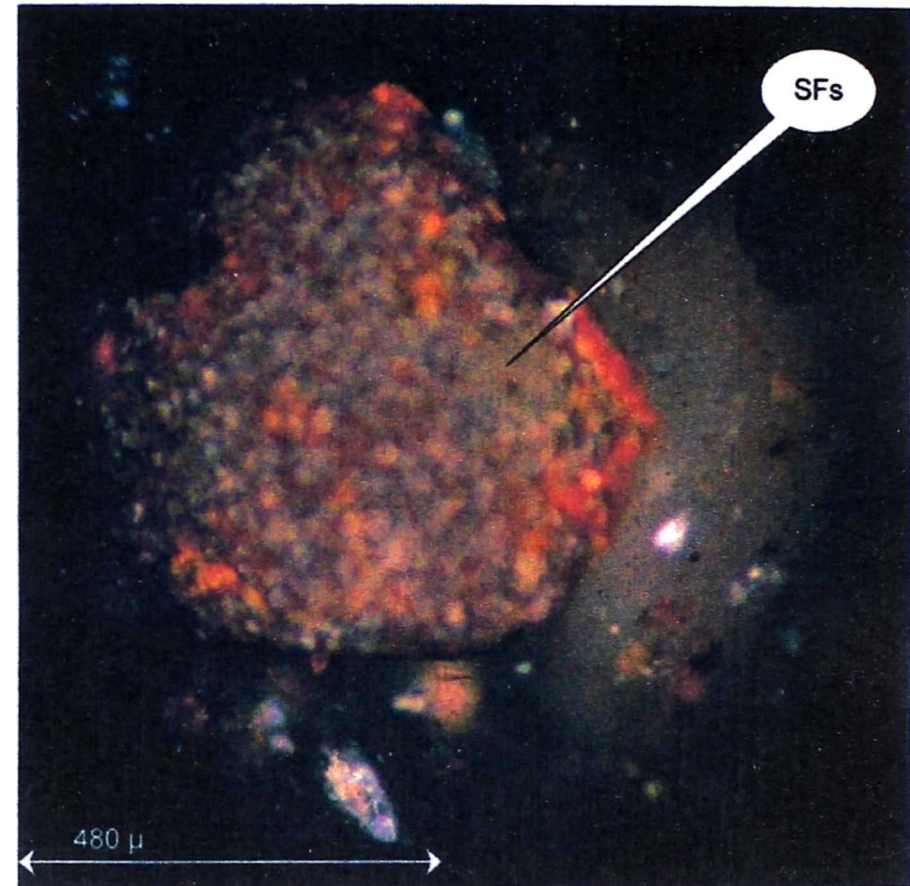
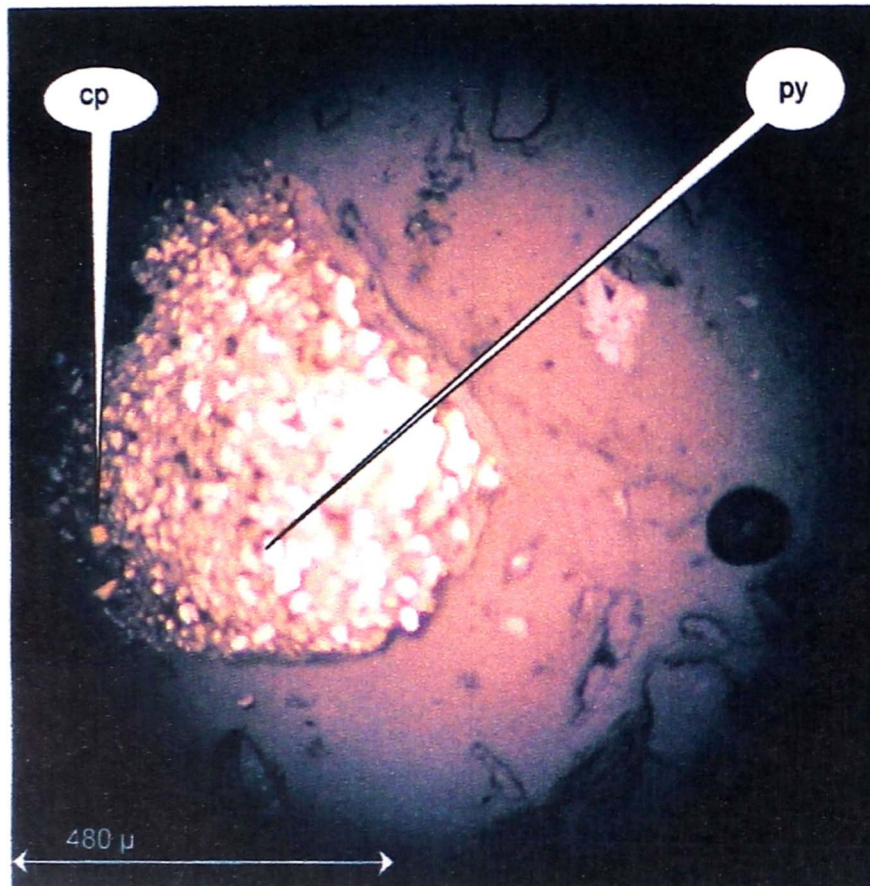
Esta sección delgada corresponde a la fracción fina de la Estación 19 (Río Tablachaca, antes de la desembocadura al Río Santa) en época de lluvias. La foto de la izquierda se encuentra en N// y la de la derecha en NX. Ambas con un aumento de 10X / 0.30. En N// se observan biotitas, cloritas y opacos férricos como hematitas y algunos sulfuros. En NX se aprecian cuarzós, feldespatos y micas y en menor proporción opacos.

FOTOMICROGRAFÍAS EN SECCIÓN PULIDA DE SEDIMENTOS “ 1 ”



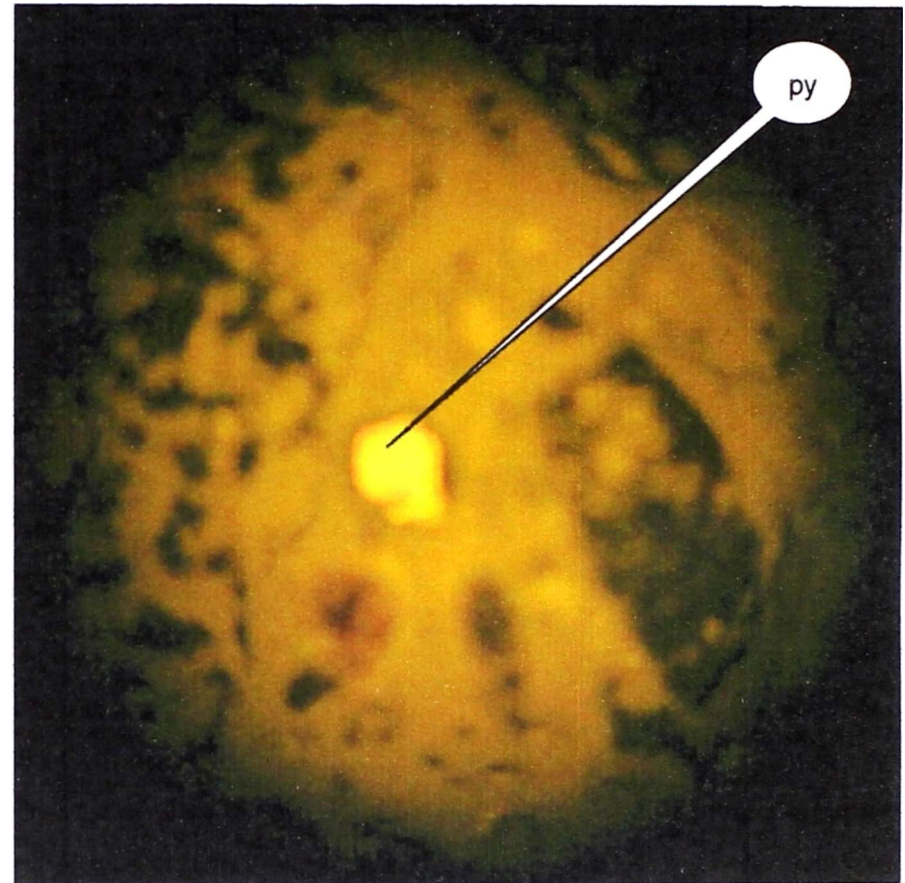
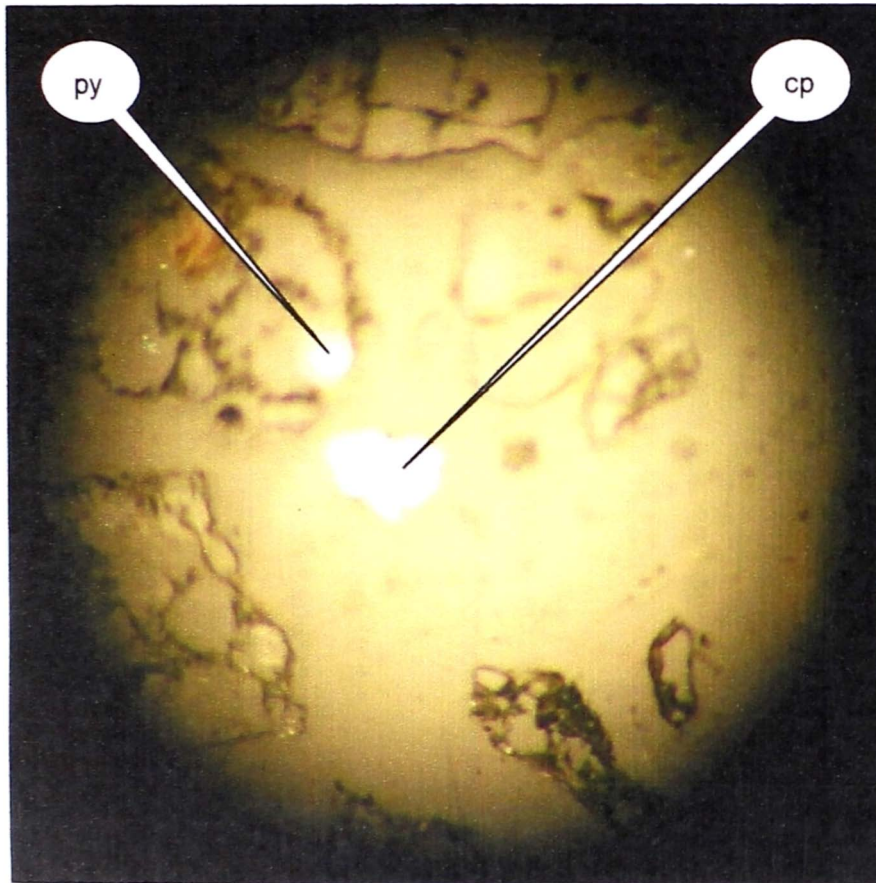
Esta sección pulida corresponde a la fracción gruesa de la Estación 4 (Río Tablachaca, antes de la confluencia con el Río Sarín) en época de estiaje. La foto de la izquierda y la de la derecha se encuentran en N//. Ambas con un aumento de 20X / 0.45. En la foto de la izquierda se observa pirita y limonitas con una matriz muy fina además de minerales translúcidos. En la foto de la derecha se aprecia pirita y una matriz de arcilla.

FOTOMICROGRAFÍAS EN SECCIÓN PULIDA DE SEDIMENTOS “ 2 ”



Esta sección pulida corresponde a la fracción fina de la Estación 4 (Río Tablachaca, antes de la confluencia con el Río Sarín) en época de estiaje. La foto de la izquierda se encuentra en N// y la de la derecha en NX. Ambas con un aumento de 20X / 0.45. En N// se observa pirita, calcopirita y esfalerita además de minerales translúcidos. En NX se confirma la presencia de estos minerales.

FOTOMICROGRAFÍAS EN SECCIÓN PULIDA DE SEDIMENTOS “ 3 ”



Esta sección pulida corresponde a la fracción fina de la Estación 12 (río Sacaycacha) en época de lluvias. La foto de la izquierda se encuentra en N// con un aumento de 20X / 0.45, y la de la derecha en N// con un aumento de 10X / 0.30. En la foto de la izquierda se observa calcopirita, esfalerita y minerales translúcidos. En la foto de la derecha se aprecia pirita y hematita, además de minerales translúcidos.

7.5) ENSAYOS DE BIOTOXICIDAD EN AGUA

7.5.1) Pruebas de Toxicidad

a) Uso de las pruebas de toxicidad

En la evaluación de la contaminación del agua, los estudios de toxicidad son necesarios ya que las pruebas físicas y químicas no resultan suficientes para la valoración de los potenciales efectos sobre la vida acuática. No se puede determinar por ejemplo la interacción de los efectos tóxicos de las materias complejas.

Las diferentes clases de organismos acuáticos no son igualmente susceptibles a las mismas sustancias tóxicas, ni su susceptibilidad es igual a lo largo de su ciclo vital; lo que si la exposición previa a los tóxicos puede alterar este nivel de susceptibilidad

Las pruebas de toxicidad son útiles para numerosos propósitos en los que se incluyen los siguientes:

- * Adaptación de las condiciones ambientales a la vida acuática
- * Factores favorables y desfavorables del ambiente como demanda de oxígeno, pH, temperatura, salinidad o turbidez.
- * Efectos de los factores ambientales sobre la toxicidad de los residuos.
- * Toxicidad de los desechos sobre una determinada especie.
- * Sensibilidad de los organismos acuáticos ante emanaciones o agentes tóxicos
- * Magnitud que debe tener el tratamiento de los desechos para cumplir con los requerimientos de control de contaminación de agua.
- * Efectividad de estos métodos de tratamientos de desecho.

* Tasa de descarga de vertidos permitida

* Concordancia entre las normas de calidad de agua, los condicionamientos a los vertidos y los permitidos de descarga.

b) Procedimiento de las pruebas de toxicidad

Existe la necesidad de usar ensayos y terminología que sean correcto y uniforme, aplicar las pruebas para que los análisis de contaminantes, los controles y los requisitos de investigación respondan a la normativa legal vigente y satisfagan a las características singulares de un medio ambiente dado.

Todos los procedimientos permiten medir las respuestas biológicas a concentraciones conocidas o desconocidas presentes en agua de mar y en agua dulce. Estos exámenes toxicológicos son aplicables a requisitos de control rutinario así como también a la investigación.

Lo esencial es una razonable uniformidad en la presentación de los datos. El uso de los términos. El uso de los métodos estandarizados aseguran una adecuada uniformidad, reproductibilidad y utilidad general de los resultados, sin que esto interfiera en exceso con la adecuación de esas pruebas a circunstancias locales.

Las prácticas que aseguran la calidad de los métodos de ensayo de toxicidad incluyen todos los aspectos del ensayo que afectan a la calidad de los datos; estos abarcan la toma de muestras, la manipulación, origen y condiciones de los organismos y de los propios procedimientos de los análisis.

c) Requisitos básicos para las pruebas de toxicidad

Los requisitos básicos y las condiciones deseables para las pruebas de toxicidad son las siguientes:

- * Un aporte abundante de agua de la calidad deseada.
- * Un adecuado y efectivo sistema de corriente de agua construido con materiales que no contaminen ni absorban.
- * Un espacio idóneo con un equipo de mantenimiento, cultivo y pruebas bien planeado y accesible.
- * Una adecuada fuente de organismos de experimentación sanos y si es posible jóvenes. Se dispone de abundante y valiosa información para la planificación y construcción de sistemas de suministros de agua.

Se debe utilizar un suministro de agua libre de contaminación además de elegir el medio y equipo adecuado para llevar a cabo las siguientes pruebas:

- * Delimitación de las especies más sensibles y estadio vital.
- * Efectos de los diferentes tóxicos.
- * Efectos de la calidad del agua y de los factores ambientales aislados o en combinación con tóxicos.
- * Concentración máxima de residuos que no infecta la carne de los animales comestibles (en el caso que lo fueran).

d) Tipos de pruebas de toxicidad

Las pruebas de toxicidad se clasifican de acuerdo a:

- * Duración corta, intermedia o larga, o ambas
- * Forma de añadir las soluciones en estudio: estática, recirculación, renovación o flujo
- * propósito: controlar la calidad del vertido, estudio de compuesto único, toxicidad relativa, sensibilidad relativa, gusto y olor o tasa de crecimiento, etc.

Se deben usar pruebas de corta duración para control de rutina de los requisitos de la descarga permitida de vertidos y para pruebas exploratorias.

Las pruebas cortas definitivas determinan la CL50 o la CE50. El CL50 es la concentración letal media, se define como la concentración del agua en estudio que es capaz de matar a la mitad de los organismos evaluados en un tiempo determinado, (generalmente 96 horas, para pruebas cortas). El CE50 es la concentración específica media, se define como la concentración del agua en estudio que es capaz de producir en la mitad de los organismos evaluados una respuesta específica, ya sea en frecuencia respiratoria, pérdida del equilibrio, en un tiempo dado, etc, (generalmente 96 horas, para pruebas cortas).

Estas pruebas también determinan la concentración de tóxico a usar en las de intermedia y larga duración. Las pruebas de corta duración como las que realizamos en este estudio ayudan a poder tener una rápida estimación de la toxicidad, para ensayar la toxicidad relativa de distintos tóxicos o residuos para un organismo determinado o la sensibilidad relativa de los organismos a las diferentes condiciones de variables tales como temperatura y pH.

e) Métodos gráficos utilizados en las pruebas de toxicidad

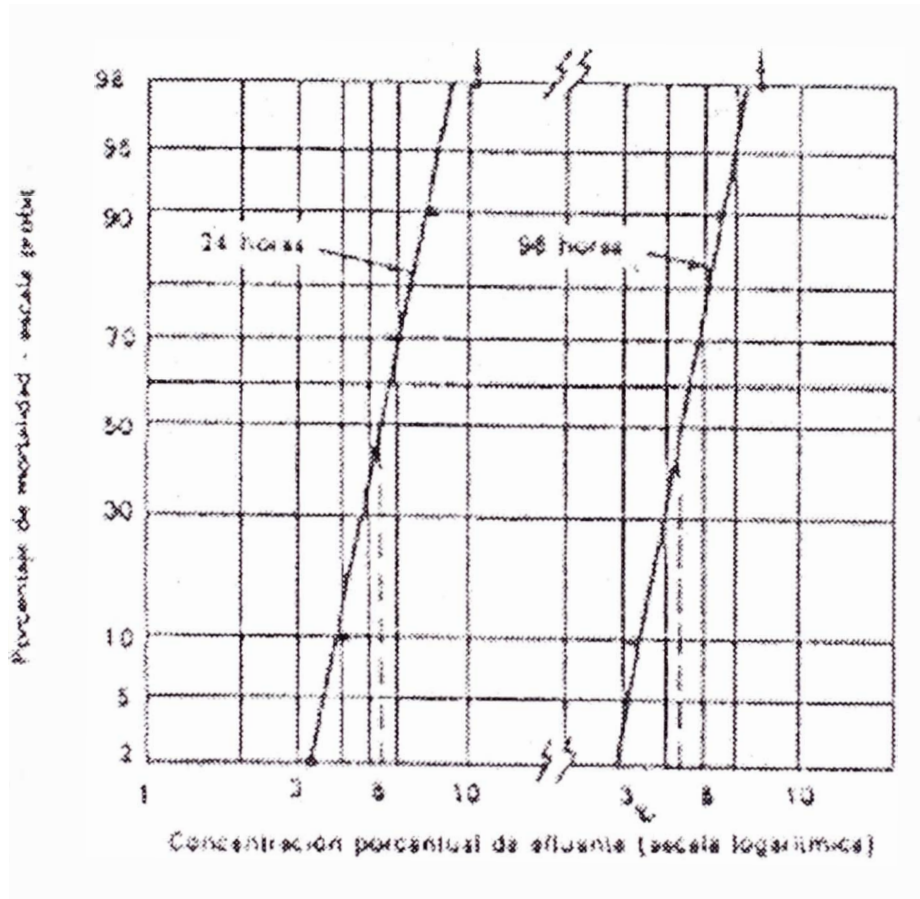
Los métodos gráficos tales como las Curvas de Análisis Probit y las Curvas de Toxicidad, son la manera de expresar los resultados de las pruebas de Biotoxicidad (se utiliza papel logarímico).

e.1) Curvas de Análisis Probit

Estas curvas son utilizadas para determinar la CL50 o CE50. En un eje se coloca la concentración de los efluentes y en el otro eje se coloca el porcentaje de los organismos que van muriendo o mostrando una conducta específica (según se busque el CL50 o CE50), en un tiempo determinado. Se plotean los datos y se traza una línea. La concentración que coincide con el 50% es la CL50 o CE50 (según lo que se esté evaluando). (Figura N° 11)

Figura N° 11

Ejemplo de determinación de concentración letal media en dos momentos representativos mediante análisis probit y línea de ajuste optimizado. (a 24 horas CL50=5.2%) (a 96 horas CL50=4.4%)



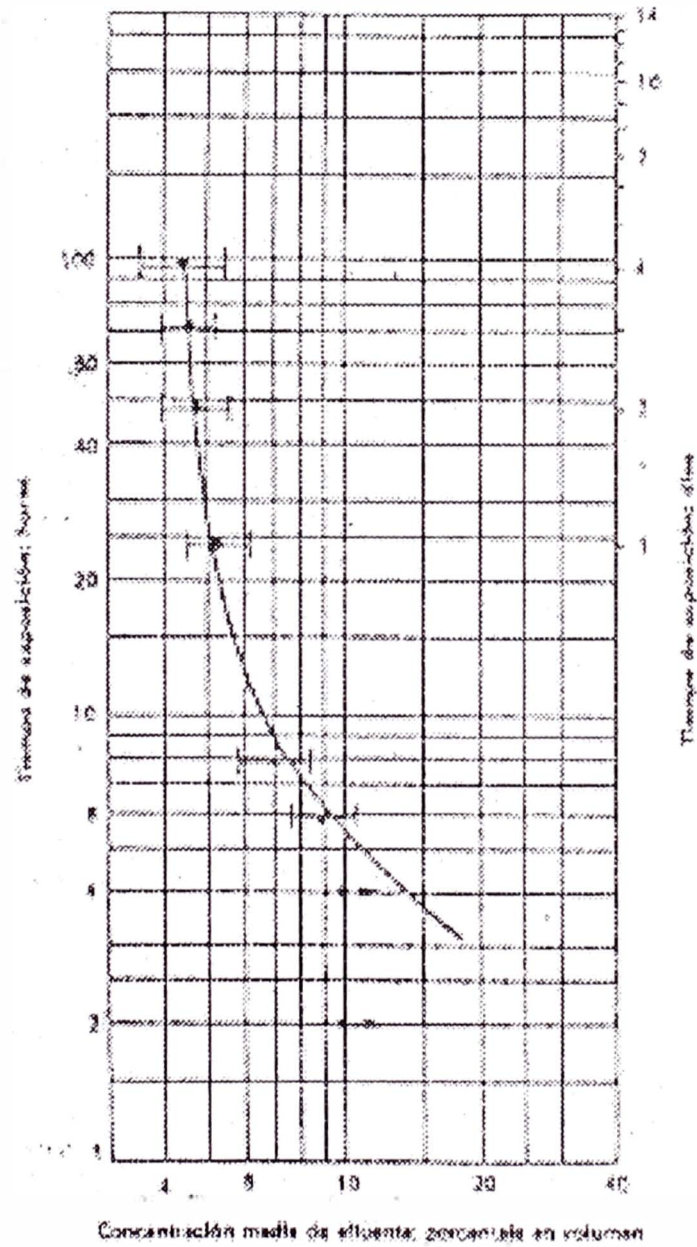
Obs: En este estudio solo se realizaron Curvas de Análisis Probit.

e.2) Curvas de Toxicidad

Estas curvas son utilizadas para analizar la variación de la CL50 o CE50. En un eje se coloca la CL50 o CE50 (según lo que se evalúe) y en el otro eje se coloca el tiempo que demoraron los organismos en reaccionar. Por ejemplo el CL50 fue 4% de concentración del efluente en 10 días de ensayo. Se plotean los datos y se traza la curva. (Figura N° 12)

Figura N° 12

Ejemplo de una curva de toxicidad obtenida a partir de las CL50. En esta curva casi asintótica. Se muestran los límites de confianza al 95 por 100 para cada CL50



f) Concentración Letal (CL50) para los diferentes contaminantes para la vida en agua dulce

La concentración letal (CL50) para los contaminantes más nocivos en la vida en agua dulce se muestra en la Tabla N° 37

Tabla N° 37
CL50 para la vida en agua dulce

Parámetros	Concent. Máx	Unid.	Observaciones
Arsénico	0.1	mg/l	(b)
Cadmio	0.20	ug/l	Dureza de 0-60 mg/l
	0.8	ug/l	Dureza de 60-120 mg/l
	1.3	ug/l	Dureza de 120-180 mg/l
	1.8	ug/l	Dureza > 180 mg/l
Cobre	2	ug/l	Dureza de 0-60 mg/l
	2	ug/l	Dureza de 60-120 mg/l
	3	ug/l	Dureza de 120-180 mg/l
	4	ug/l	Dureza > 180 mg/l
Mercurio	0.1	ug/l	
Plomo	1	ug/l	Dureza de 0-60 mg/l
	2	ug/l	Dureza de 60-120 mg/l
	4	ug/l	Dureza de 120-180 mg/l
	7	ug/l	Dureza > 180 mg/l
Zinc	0.03 (a)	ug/l	
pH	6.5 - 9.0		
Sólidos Susp.	Incremento de 10.0	mg/l	

(a) Criterio Tentativo

(b) La Dureza es con respecto a la concentración de CaCO₃

7.5.2) Descripción de la especie utilizada en estos ensayos

a) *Microcrustaceos*

Los microcrustáceos son artrópodos con un papel muy importante en los ecosistemas acuáticos. Estos animales planctónicos se apoderan de otros más pequeños y sirven de alimento a muchos animales más grandes, La extremada diversidad de los microcrustáceos requiere un complejo esquema de clasificación.

Muchos microcrustáceos exhiben un tipo interesante de ritmo circadiano, que son emigraciones verticales reguladas normalmente por la luz. El movimiento típico es ascendente hacia las aguas superficiales en las horas de la tarde, y descenso de nuevo a las aguas más profundas a otras horas, con excepción de ciertos movimiento hacia arriba alrededor del amanecer.

El cladóceros de agua dulce, *Daphnia*, conocida comúnmente como pulga de agua, se usa como organismo de ensayo de toxicidad de agua dulce Pertenece a la subclase Branchiopoda, de la clase Crustáceos.

b) *Daphnias (Pulgas de Agua)*

Las *Daphnias* se han utilizado en estudios de tolerancia durante más de un siglo. Los resultados obtenidos por diferentes investigadores utilizando *Daphnias* son comparables, y en general las *Daphnias* son menos tolerantes que los peces a las sustancias tóxicas. (Fotografía N° 41, Fotografía N° 42 y Fotografía N° 43)

La *Daphnia magna* es la mayor de las especies y alcanza un tamaño máximo de más de 5 mm. Se pueden criar en gran cantidad, en espacios relativamente pequeños; las recién nacidas miden 0,8 a 1,0 mm de largo y se pueden observar sin ayudas ópticas.

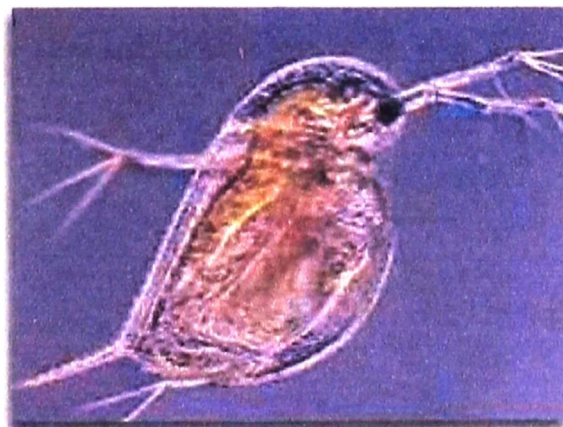
Esta fase es la más usada para estudios de tolerancia. Otras especies menores que *Daphnias magna* y *Daphnias pulex* pueden necesitar una manipulación especial.

Las hembras de *Daphnias magna* viven hasta 4 meses a 20°C. Se han cultivado en aguas naturales y en agua de grifo desclorada. Se alimenta de bacterias, algas y levaduras, junto con extractos del suelo y materiales orgánicos, como harina de semilla de algodón, harina de arenque, hierba seca en polvo, gránulos de alevines de trucha enriquecidos.

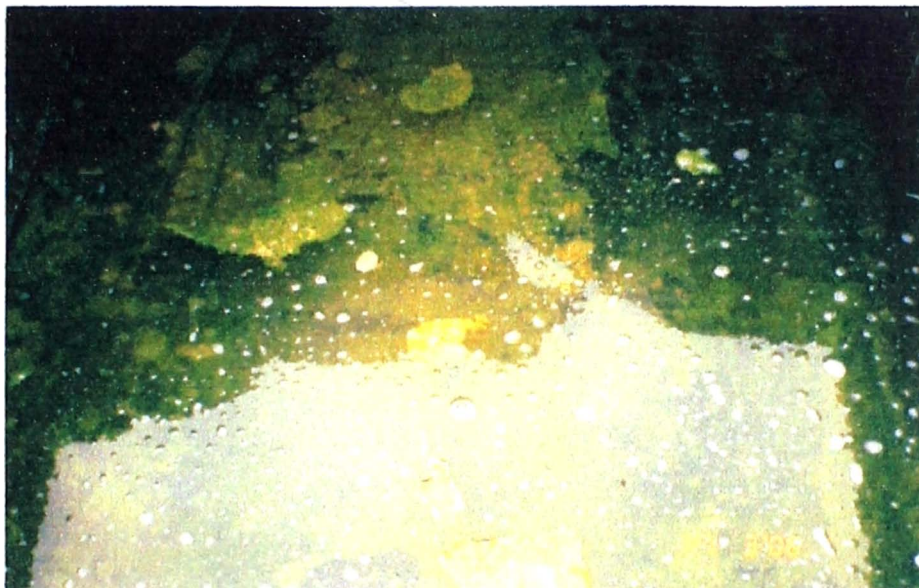
El cultivo de *Daphnia* se hace individualmente en recipientes pequeños y masivamente en grandes acuarios. La reproducción puede limitarse a producir hembras por partenogénesis diploide cuando se mantienen condiciones de cultivo adecuadas, asegurando así un suministro de animales experimentales cuya variabilidad genética se limita a la heterocigosis del padre.

Se obtienen las *Daphnias* de cultivos establecidos o recogéndolas en su hábitat; aunque puede servir *Daphnias* de cualquier edad disponible, es más adecuado usar animales recién nacidos que los mayores.

**Fotografía N° 41
Daphnias o Pulgas de Agua**



Fotografía N° 42
Criadero de Daphnias



Fotografía N° 43
Daphnias en agua reposada, listas para los ensayos



7.5.3) Procedimiento de los ensayos de Biotoxicidad

El agua para las pruebas de toxicidad fue tomada del río Boca Cabana en época de estiaje. Por ser el agua del río Cabana la más contaminada de la cuenca en esta época del año. (Fotografía N° 44).

El agua del río Boca Cabana en esta zona se encontraba con las siguientes características:

- Caudal: 0.55 m³ / seg
- PH: 5.45
- Conductividad: 1492 us
- Potencial Redox: 227 mv
- Sulfatos: 108.4 mg / L
- Turbidez: 4705 NTU
- Metales: **Cu**: 0.154 mg / L ; **Pb**: 0.181 mg / L ; **Cd**: 0.0094 mg / L ;
As: 0.2375 mg / L ; **Hg**: 0.00082 mg / L.

La Geología de la subcuenca del río Boca Cabana esta compuesta por:

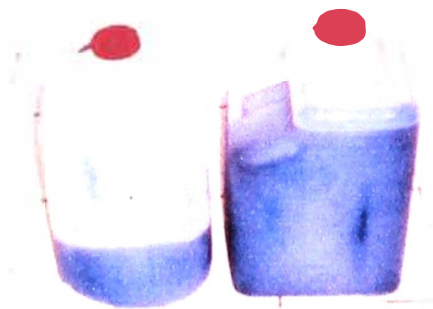
- En la parte más baja de la subcuenca se encuentran los Volcánicos Calipuy, compuesto por tobas, piroclastos, lavas e intrusivos sub-volcánicas de composición andesítica-dacítica a riolítica. También se encuentra las Formaciones Santa y Carhuáz, la primera compuesta por calizas y lutitas calcáreas, mientras que la segunda está compuesta por areniscas y cuarcitas finas marrones en capas delgadas con abundantes intercalaciones de lutitas.
- En la parte media se encuentra la Formación Chicama, compuesta por grosores considerables de lutitas y areniscas finas; las lutitas son piritosas con nódulos ferruginosos. También presenta afloramientos de granodiorita.

- En la parte alta de la cuenca principalmente se encuentra un gran afloramiento de granodiorita y algunos depósitos fluvio-glaciares.

Las minas de la subcuenca del río Boca Cabana explotan principalmente: Cobre, Oro, Plata, Molibdeno, Wolframio, Plomo y Carbono.

Fotografía N° 44

Agua del Río Cabana usada en los ensayos de Biotoxicidad



La parte práctica de este estudio se realizó de la siguiente manera:

1) Se hace reposar el agua de grifo. El agua donde se van a aclimatar los organismos, es agua de grifo, la cual se le ha hecho reposar en un bidón por lo menos 2 días para que se encuentre desclorada; otra forma de desclorar el agua es usando tiosulfato de sodio; pero a diferencia de la manera anterior, la cantidad del tiosulfato de sodio a usar, depende del volumen del agua.

2) Se mide nuevamente los parámetros físico-químicos del agua (La primera medición es en el campo).

3) Se colocan las Daphnias en el agua reposada por lo menos 1 día, para que se aclimaten.

4) Se hace diluciones del agua de río, hasta obtener la concentración del agua requerida para cada caso.

5) Se llenan 5 o 6 recipientes de un litro, con el agua reposada y se le añade el agua de río en diferentes porcentajes hasta alcanzar la concentración requerida. A uno de los envases no se le añade solución patrón.

6) Se colocan 10 Daphnias en cada recipiente. Se hace observaciones con un intervalo de tiempo constante, y se toma nota del número de Daphnias que van muriendo para cada uno de los recipientes. El tiempo de la prueba es de 96 horas.

7) Después de unos días se debe hacer una o 2 veces más el mismo ensayo con otras Daphnias; pero esta vez con un rango de concentraciones más pequeña, a partir de la concentración que se presume como CL50; es decir la concentración de cobre que es capaz de matar a la mitad de los organismos y determinar esta vez el CL50 con mayor precisión.

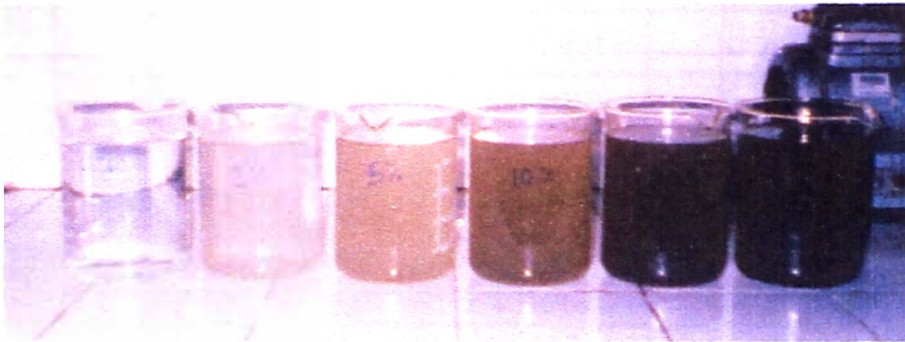
8) Para este estudio se realizaron 3 ensayos; el primero de concentraciones de 0%, 2%, 5%, 10%, 20% y 40%, como no murió el 50% de Daphnias se realizó el segundo ensayo de 0%, 50%, 70%, 90% y al 100% y el tercer ensayos con un rango de concentraciones más pequeño 0%, 45%, 50%, 55%, 60% y al 65%; para obtener el CL50 con mayor precisión.

Obs. Si en el recipiente que no tiene concentración de agua de río mueren más de 2 Daphnias, el ensayo no tendría valor y debe repetirse.

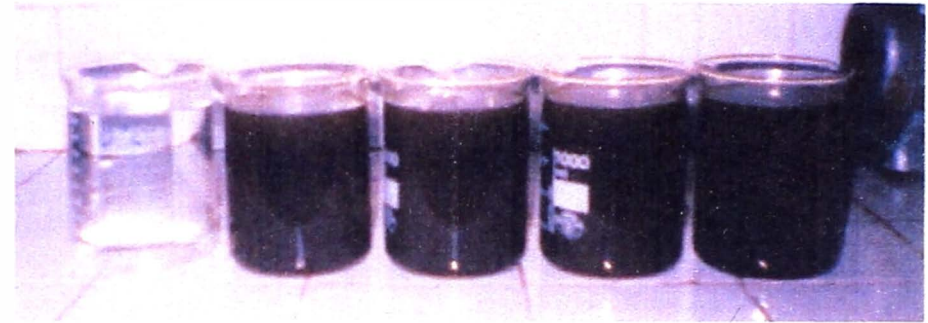
La Fotografía N° 45, nos muestra los recipientes con diferentes concentraciones para cada ensayo. Los datos correspondientes a los análisis de Biotoxicidad se muestran en la Tabla N° 38, Tabla N° 39 y Tabla N° 40.

ENSAYOS DE BIOTOXICIDAD

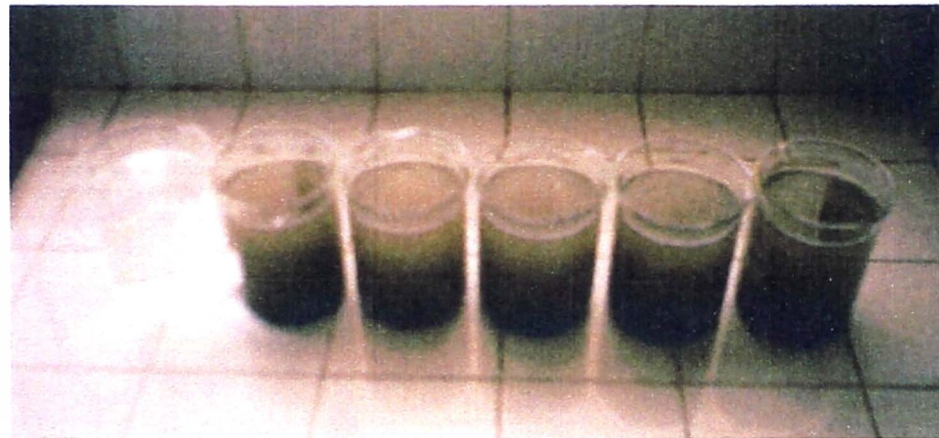
1er Ensayo de Biotoxicidad
0%, 2%, 5%, 10%, 20%, 40%



2do Ensayo de Biotoxicidad
0%, 50%, 70%, 90%, 100%



3er Ensayo de Biotoxicidad
0%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%



El agua utilizada en los Ensayos de Biotoxicidad, fue tomada del río Boca Cabana en la época de estiaje.

PRIMER ENSAYO DE BIOTOXICIDAD

Día	Hora	Tiempo	0%	2%	5%	10%	20%	40%
1er Día	08:00 a.m.	0 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	12:00 p.m.	4 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	04:00 p.m.	8 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	08:00 p.m.	12 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
2do Día	08:00 a.m.	24 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	12:00 p.m.	28 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	04:00 p.m.	32 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	08:00 p.m.	36 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
3er Día	08:00 a.m.	48 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	12:00 p.m.	52 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	04:00 p.m.	56 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	08:00 p.m.	60 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
4to Día	08:00 a.m.	72 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	12:00 p.m.	76 horas	1 / 10.	0 / 10	0 / 10	0 / 10	1 / 10.	1 / 10.
	04:00 p.m.	80 horas	1 / 10.	0 / 10	1 / 10.	0 / 10	1 / 10.	1 / 10.
	08:00 p.m.	84 horas	1 / 10.	0 / 10	2 / 10.	1 / 10.	2 / 10.	2 / 10.
5to Día	08:00 a.m.	96 horas	1 / 10.	0 / 10.	2 / 10.	2 / 10.	2 / 10.	3 / 10.

El agua utilizada en los Ensayos de Biototoxicidad, fue tomada del río Boca Cabana en la época de estiaje.

SEGUNDO ENSAYO DE BIOTOXICIDAD

Día	Hora	Tiempo	0%	50%	70%	90%	100%
1er Día	08:00 a.m.	0 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	12:00 p.m.	4 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	04:00 p.m.	8 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	08:00 p.m.	12 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
2do Día	08:00 a.m.	24 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	12:00 p.m.	28 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	04:00 p.m.	32 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	08:00 p.m.	36 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	1 / 10.
3er Día	08:00 a.m.	48 horas	0 / 10	1 / 10.	1 / 10.	1 / 10.	2 / 10.
	12:00 p.m.	52 horas	0 / 10	1 / 10.	1 / 10.	1 / 10.	2 / 10.
	04:00 p.m.	56 horas	0 / 10	1 / 10.	2 / 10.	1 / 10.	3 / 10.
	08:00 p.m.	60 horas	0 / 10	2 / 10.	2 / 10.	2 / 10.	3 / 10.
4to Día	08:00 a.m.	72 horas	0 / 10	3 / 10.	3 / 10.	4 / 10.	4 / 10.
	12:00 p.m.	76 horas	0 / 10	3 / 10.	4 / 10.	5 / 10.	5 / 10.
	04:00 p.m.	80 horas	1 / 10.	3 / 10.	4 / 10.	5 / 10.	6 / 10.
	08:00 p.m.	84 horas	1 / 10.	4 / 10.	5 / 10.	6 / 10.	6 / 10.
5to Día	08:00 a.m.	96 horas	1 / 10.	5 / 10.	7 / 10.	7 / 10.	8 / 10.

El agua utilizada en los Ensayos de Biotoxicidad, fue tomada del río Boca Cabana en la época de estiaje.

TERCER ENSAYO DE BIOTOXICIDAD

Día	Hora	Tiempo	0%	45%	50%	55%	60%	65%
1er Día	08:00 a.m.	0 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	12:00 p.m.	4 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	04:00 p.m.	8 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	08:00 p.m.	12 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
2do Día	08:00 a.m.	24 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	12:00 p.m.	28 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	04:00 p.m.	32 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	08:00 p.m.	36 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
3er Día	08:00 a.m.	48 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	12:00 p.m.	52 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
	04:00 p.m.	56 horas	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	1 / 10.	0 / 10
	08:00 p.m.	60 horas	0 / 10	0 / 10	1 / 10.	0 / 10	1 / 10.	1 / 10.
4to Día	08:00 a.m.	72 horas	0 / 10	0 / 10	1 / 10.	2 / 10.	2 / 10.	2 / 10.
	12:00 p.m.	76 horas	0 / 10	1 / 10.	1 / 10.	2 / 10.	2 / 10.	3 / 10.
	04:00 p.m.	80 horas	0 / 10	1 / 10.	3 / 10.	2 / 10.	3 / 10.	3 / 10.
	08:00 p.m.	84 horas	0 / 10	2 / 10.	3 / 10.	3 / 10.	3 / 10.	4 / 10.
5to Día	08:00 a.m.	96 horas	0 / 10	3 / 10.	4 / 10.	4 / 10.	5 / 10.	6 / 10.

El agua utilizada en los Ensayos de Biototoxicidad, fue tomada del río Boca Cabana en la época de estiaje.

8) CONTAMINACIÓN

8.1) CONTAMINACIÓN EN AGUA

El Aprovechamiento de los recursos hídricos de las Cuencas Hidrográficas en el Perú adolece de una planificación integral, el cual provoca el deterioro de la calidad y cantidad. Los lugares donde el agua se encuentra más contaminada en la cuenca, según la ley de aguas (Uso III) y según la turbidez en cuencas, se muestran en el Plano N° 6 y en el Plano N° 7.

Las actividades antrópicas de captación de las aguas (centrales hidroeléctricas, consumo humano, minería, industria, petróleo, agricultura y otros usos) y la evacuación a las mismas (efluentes líquidos urbanos, hospitales, minería, industria, narcotráfico, agroquímicos a través del drenaje, desechos sólidos en riberas de ríos, entre otros) en la mayoría de los casos, no se hacen en base a un plan integral.

El recurso agua que se aprovecha para múltiples actividades tiene características globales de contaminación, la cual se origina por el esfuerzo que el país hace por superar su estado de desarrollo. En general la contaminación del agua se debe a las siguientes fuentes: contaminación urbana, actividad industrial, actividad minera, actividad energética y la actividad agrícola.

El volumen de agua respecto a la cantidad de uso consuntivo a nivel nacional es de 18,972 MMC, de los cuales el 85.74% son para uso agrícola, 6,66% para uso poblacional, 1.09% para uso minero, 6.09% para uso industrial y 0.42% para uso pecuario, también a esto se debe agregar que el uso no consuntivo es de 11,139 MMC básicamente para fines energéticos.

Las aguas son contaminadas por descargas domésticas, con un alto contenido de parásitos y organismos patógenos, por contaminación de los relaves mineros a través de las impurezas que arrojan directamente a los ríos como cobre, plomo, zinc, hierro y plata, o como consecuencia de los procesos industriales que arrojan sustancias tóxicas que luego son evacuados en el cauce de los ríos o quebradas.

Como consecuencia de la alteración de la calidad del agua se encuentra los suelos, cambia el pH y disminuye la velocidad de infiltración y oxigenación de la capa arable. Más aún si el uso de biocidas, para el control de plagas y enfermedades, contribuyen a la fijación en el suelo de contaminantes.

En muchos casos la desaparición de la fauna hidrobiológica de los ríos, de la costa, principalmente, es debido a la infestación de los cauces de ríos de contaminantes.

La captación de aguas superficiales a través de bocatomas, presas (centrales hidroeléctricas, agua doméstica, agua de riego, industriales entre otros); la extracción de aguas subterráneas más de lo permitido están generando malestares a poblaciones aguas abajo, las áreas de riego y la existencia de los recursos hidrobiológicos e inclusive las bahías de la costa Peruana.

En síntesis se puede señalar que el problema de la disminución de los caudales de los ríos y la contaminación de sus aguas requiere urgentes medidas para el control; para lo cual es necesario aplicar en toda su dimensión lo estipulado por las normas ambientales. Es preocupante los efectos en cadena a largo plazo que ocurrirá sobre la salud pública, las aguas subterráneas, los recursos hidrobiológicos y el riego.

8.1.1) Contaminantes hídricos en forma global

a) Hidrocarburos: mareas negras se extienden en el mar afectando peces, aves, vegetación.

b) Productos químicos: Pesticidas, sustancias tensioactivas (detergentes), minerales inorgánicos compuestos químicos son arrastrados desde tierras de cultivo por tormentas y escorrentías. También tienen su origen en explotaciones mineras, carreteras y derribos urbanos.

c) Calor: Cuando se vierte, a ríos u otros cauces, el agua de refrigeración de las fábricas y centrales energéticas, elevando la temperatura de las aguas y afectando a la vida que se desarrolla en ella.

d) Contaminantes de origen radiactivo: Proviene de residuos que producen la minería y refinado de uranio y torio, centrales nucleares y actividades científicas y médicas

e) Luz: El exceso de luz genera cambios biológicos. Algunos organismos tienden a alejarse de la luz y como consecuencia cambia su hábitat.

8.1.2) Parámetros e Indicadores de Calidad

Los parámetros además se dividen en específicos e indicadores. Los primeros son los que determinan directamente un elemento o compuesto, como los cationes o aniones. Cuando es complicado o no representativo el análisis de un parámetro, se opera con un indicador, como es el caso de la DBO5, la DQO, índice de coliformes, etc.

La Organización Mundial de la Salud, OMS, selecciona como más representativos los parámetros e indicadores siguientes: oxígeno disuelto, materia oxidable biológicamente, amonio, salinidad, temperatura, bacterias nocivas y otros microorganismos. Los parámetros más frecuentes según la EPA son: DBO5, SST, DQO, aceites y grasas, fenoles, amoníaco (N - NH₃), sulfuros, metales pesados, cromo hexavalente y pH. (Tabla N° 41)

a) Parámetros Físico– Químicos:

a.1) *Físicos*: Los parámetros físicos dan una información clara de determinadas características de un agua. Entre las más importantes, se encuentran pH, sólidos en suspensión, temperatura, color, olor, sabor, pero no son índices absolutos de contaminación

a.2) *Químicos inorgánicos*: Los parámetros químicos son los más importantes para definir la calidad del agua. Son muy numerosos. Los parámetros químicos inorgánicos incluyen todos los aniones, cationes y metales traza que tienen una significación sanitaria o que comunican al agua alguna de las características clasificadas como indeseables para el uso a que se la destina.

Entre los parámetros de estos tipos tenemos: temperatura, conductividad, pH, potencial Redox, color, olor, sabor, turbidez, sólidos en suspensión, dureza, metales pesados, entre otros.

b) Químicos orgánicos: Los parámetros químicos orgánicos constituyen el grupo más amplio y complejo, abarcando por un lado algunos indicadores de contenido orgánico general, como: la demanda bioquímica de oxígeno, carbono orgánico total, DQO, o un gran número de familias de compuestos análogos en su estructura o función, como son los aceites, grasas, plaguicidas, detergentes, organoclorados y otros

c) Parámetros bioquímicos: DBO

d) Radiactivos: Los parámetros radiológicos se refieren al control de la presencia en un agua de partículas alfa, beta y/o radiación gamma.

e) Microbiológicos: Los parámetros microbiológicos comprenden dos amplios campos muy diferenciados: los parámetros bacterianos y los de los demás organismos, vegetales o animales, susceptibles de estar presentes en las aguas; el más importante entre los primeros es el índice de contaminación fecal, utilizado en la definición de la calidad del agua para la bebida.

Tabla N° 41
**Parámetros contaminantes en forma global,
 su generación y la manera de medirlos**

¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?
DBO ₅ , DQO	Consumo de oxígeno	DBO ₅ : medir el O ₂ antes y después, DQO oxidación química, titulación
AOX	Compuestos antropogénicos	Adsorción en carbón activado, incineración, medición del HCl
P, N	Eutroficación	Fotometría clásica o test rápido
Metales pesados	Tóxicos, bioacumulación, no biodegradables	Absorción atómica, fotometría (algunos) Test rápido (algunos)
Sustancias orgánicas	Cuando interesa una sustancia específica	Cromatografía (HPLC, GC)

8.1.3) Efectos generales de la contaminación hídrica

a) Acidificación: Pérdida de capacidad neutralizante del suelo y agua, como consecuencia del retorno a la superficie de la tierra en forma de ácidos de los óxidos de azufre y nitrógeno descargados a la atmósfera. La acidificación: es un ejemplo claro de las interrelaciones entre : atmósfera, suelo, agua y organismos vivos. La contaminación atmosférica producida por los SO_x y NO_x afecta directa o indirectamente al agua, al suelo y a los ecosistemas.

b) Salinización: Proceso paulatino de acumulación de sales en el suelo, aportadas por actividades del hombre y/o por afloramiento del agua desde el subsuelo como resultado del riego artificial.

c) Eutrofización: Aguas superficiales reciben mayores nutrientes: N y P, crecimiento exagerado de algas + plantas acuáticas, estas mueren, van a los fondos y se descomponen, descomposición consume O₂ disuelto e impide el paso de luz y ecosistema destruido.

8.2) CONTAMINACION EN SEDIMENTOS

La contaminación en sedimentos como en suelos se da por el emplazamiento y dispersión de sustancias provenientes de relaveras, desmontes, escorias y residuos sólidos. La Contaminación en Sedimentos (LMP), se observa en el Plano N° 8 y en el Plano N° 9. Los análisis que se hacen en sedimentos y suelos están orientados en base a establecer la estabilidad física y química del material.

8.2.1) Determinación del potencial neto de neutralización (PNN)

El estudio del Potencial Neto de Neutralización (PNN) nos permite determinar el potencial de generación de ácido de una muestra.

Mediante el estudio del Potencial Neto de Neutralización podemos definir el balance entre los minerales generadores de aguas ácidas (Sulfuros principalmente) y aquellos potencialmente consumidores de ácido de una muestra (Carbonatos por lo general). Con este trabajo podemos predecir si un desmonte, relave, escoria y sedimento nos va a originar drenaje ácido.

La forma de obtener el PNN es la siguiente:

$$\text{PNN} = \text{PN} - \text{PA}$$

Obs: PNN : Potencial Neto de Neutralización

PN: Poder de Neutralización, PA: Potencial de Acidez.

Para obtener el Potencial de Neutralización (PN), se hace un prueba de titulación, donde se inserta en la muestra 50ml de HCL al 0.5N, obteniendo el volumen neutralizado de HCl. Obteniendo el PN, cabe indicar que está estandarizado para que la normalidad de la muestra sea 0.5 y el peso de la muestra sea 2 gr. Luego se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{PN} = (V[\text{HCL}]_{\text{consumido}} \times \text{Normalidad}[\text{HCL}] \times 50) / (W[\text{muestra}])$$

Obs: Unidades de PN = Kg de CaCO_3

Para obtener el Potencial de Acidez (PA), se hacen análisis de contenido de azufre total excluyendo al azufre proveniente de los sulfatos, ya que a nosotros nos interesa únicamente al azufre contribuido por los sulfuros, para luego aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{PA} = \% \text{ de azufre de los sulfuro} \times 31,25. \quad \text{Obs: Unidades de PA} = \text{Kg de } \text{CaCO}_3.$$

La interpretación que se le da a los valores de PNN, es que si el PNN es menor de cero generará aguas ácidas mientras que si el PNN es mayor que cero no generará drenaje ácido.

A partir de las últimas investigaciones realizadas se ha concluido que entre los -20 y +20 tenemos una incertidumbre en la generación de drenaje ácido, debido a errores inherente a los procedimientos de prueba, a las conversiones de acidez total, a error analítico y al reducido tamaño de la muestra.

8.2.2) Otros análisis importantes en sedimentos y en suelos

- PH en pasta
- Evaluación de elementos tóxicos (Plomo, Cadmio, Arsénico, Mercurio, etc)
- Pruebas de extracción de tóxicos característicos
- Evaluaciones petromineralógicas
- Análisis granulométricos
- Evaluaciones de permeabilidad
- Evaluaciones sísmicas

8.3) CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTAMINANTES INORGÁNICOS

8.3.1) Cadmio

a) Contaminación y Toxicidad del Cadmio

El cadmio es un metal pesado que produce efectos tóxicos en los organismos vivos, aun en concentraciones muy pequeñas. La exposición al cadmio en los humanos se produce generalmente a través de dos fuentes principales: la primera es la vía oral (por agua e ingestión de alimentos contaminados.) La segunda vía es por inhalación.

El cadmio es un elemento que se encuentra de manera natural en la corteza terrestre. El cadmio puro es un metal blando, de un brillo muy parecido al de la plata, pero en esta forma no es muy común encontrarlo en el ambiente.

Este metal se encuentra más a menudo combinado con otros elementos (tales como oxígeno, cloro o azufre) formando compuestos. Todos estos compuestos son sólidos estables que no se evaporan (sólo el óxido de cadmio también se encuentra en el aire en forma de pequeñas partículas.)

Una gran parte del cadmio utilizado con fines industriales es obtenido como un producto a partir de la fundición de rocas que contienen zinc, plomo o cobre. El cadmio tiene muchas aplicaciones en la industria, pero es utilizado con más frecuencia en la elaboración de pigmentos, pilas eléctricas y plásticos.

Pequeñas cantidades de cadmio se encuentran naturalmente en el aire, en el agua, en el suelo y en la comida. Para muchas personas, la comida es la principal causa de exposición al cadmio, debido a que muchos alimentos tienden a absorberlo y a retenerlo. Por ejemplo, las plantas toman el cadmio del suelo, los peces lo toman del agua, etc.

El cadmio entra al torrente sanguíneo por absorción en el estómago o en los intestinos luego de la ingestión de comida o agua, o por absorción en los pulmones después de la inhalación. Muy poco cadmio entra al cuerpo a través de la piel.

Usualmente sólo es absorbido por la sangre alrededor del 1 al 5% del cadmio que es ingerido por la boca, mientras que se absorbe alrededor del 30 al 50% del que es inhalado.

De cualquier forma, una vez que el cadmio se absorbe es fuertemente retenido; así que incluso bajas dosis de este metal pueden constituir un nivel significativo en el organismo si la exposición se prolonga durante un largo periodo.

No se sabe que el cadmio tenga algún efecto benéfico. Más bien puede causar algunos efectos adversos en la salud. Aunque las exposiciones prolongadas son extremadamente raras actualmente, la ingestión de altas dosis es causa de severas irritaciones del estómago, vómito y diarrea y su inhalación causa graves irritaciones en los pulmones.

Causan mayor preocupación los efectos de las exposiciones bajas al cadmio y a largo plazo. Es importante tomar medidas preventivas para regular las descargas de cadmio al ambiente. Asimismo, se debe proteger a las personas que por una otra causa se encuentren sobreexpuestas a este metal.

Debe también considerarse aumentar la información acerca del cadmio a la población en general. Algunos efectos de varios niveles y duraciones de exposición son los siguientes:

En personas que han estado expuestas a un exceso de cadmio en su dieta o por el aire se ha observado un daño en los riñones. Esta enfermedad renal normalmente no es mortal, pero puede ocasionar la formación de cálculos y sus efectos en el sistema óseo se manifiestan a través de dolor y debilidad. En trabajadores de fábricas, en donde el nivel de concentración de cadmio en el aire es alto, han sido observados severos daños en los pulmones, tales como enfisema.

Estudios en seres humanos también sugieren que una inhalación prolongada de cadmio puede resultar en incrementar el riesgo de contraer cáncer pulmonar, como en el caso de los fumadores. No hay evidencia de que la ingestión de cadmio por la vía oral sea causante de cáncer. Aún no se sabe si la exposición al cadmio desempeña un papel importante en la hipertensión humana.

Otros tejidos también son dañados por exposición al cadmio (en animales o humanos) incluyendo al hígado, los testículos, el sistema inmunológico, el sistema nervioso, sistema óseo y la sangre. Efectos en la reproducción y el desarrollo han sido observados en animales expuestos al cadmio, pero no han sido reportados aún en seres humanos.

b) Generación de Cadmio

La fuente más importante de descarga de cadmio al medio ambiente es la quema de combustibles fósiles (como carbón o petróleo) o la incineración de la basura doméstica común.

El cadmio también contamina el aire cuando se funden rocas para extraer zinc, cobre o plomo. Trabajar o vivir cerca de una de estas fuentes contaminantes puede resultar en una sobreexposición al cadmio.

El cadmio es un subproducto de la producción de zinc metálico a partir de sulfuros (esfalerita). Un 90% a 98% de cadmio presente en estas minas de zinc, es recuperado durante la extracción del zinc. En menor proporción se puede encontrar en minas donde este presente el plomo, así como también de minas de cobre-zinc. El cadmio se encuentra como greenockita (CdS)

Se puede encontrar cadmio como residuo de las soluciones usadas en procesos hidrometalúrgicos y pirometalúrgicos para la recuperación de zinc y plomo. Otras formas industriales de encontrarlo es en baterías, pigmentos, plásticos y productos sintéticos. El uso industrial que se le da al cadmio es en baterías, como galvanizante, en pigmentos, aleaciones, soldaduras, entre otros.

8.3.2) Plomo

a) Contaminación y toxicidad del Plomo

En el agua. Los compuestos de plomo solubles en agua se adsorben con menor afinidad a los suelos y, por lo tanto, son rápidamente transportados desde el suelo hasta los cuerpos de agua superficial y/o profunda. Por el contrario, los compuestos menos solubles se podrán encontrar en suelos, sedimentos y en partículas en suspensión de cuerpos de agua.

Otro factor que afecta la solubilidad del plomo es el pH del agua. A un pH > 5.4 la solubilidad del plomo es aproximadamente de 30 µg/L en agua dura (alto contenido de sales disueltas) y de 500 µg/L en agua blanda (con bajo contenido de sales disueltas).

En general, el contenido de plomo disuelto en agua es bajo debido a que este metal forma complejos de baja solubilidad con aniones como los hidróxidos, carbonatos, sulfatos y fosfatos. Se han encontrado valores hasta de 27:1 para la relación plomo en sólidos suspendidos: plomo disuelto en agua.

En el aire. Debe prestarse atención a las partículas suspendidas. Las funciones metálicas y los automotores que usan gasolina con plomo son excelentes fuentes de plomo para el aire. Ahora bien, el plomo en el aire finalmente se deposita en el suelo, por lo cual habría que analizar ambos medios.

Las partículas de mayor tamaño (>2µm) se depositan cerca de la fuente (por ejemplo, a 25 m de las zonas de alto tráfico vehicular), pero las partículas más pequeñas se depositan a distancias mayores.

En el suelo. La interacción del plomo con el suelo depende del pH del suelo y de la presencia de elementos quelantes como algunos iones y algunos elementos de la materia orgánica de este medio. A un pH mayor a cinco, y en un suelo con más de cinco por ciento de materia orgánica, el plomo se secuestra en los primeros cinco centímetros de suelo.

Al mismo pH en suelos con menor carga de materia orgánica, el plomo puede inmovilizarse por la interacción con iones fosfatos y carbonatos. A pH ácidos, el plomo se solubiliza y puede entonces lixiviarse contaminando acuíferos o puede ser captado por las plantas. Otro factor que favorecería la lixiviación sería que la concentración del plomo fuese de tal magnitud que se sobrepasase la capacidad amortiguadora del suelo. En conclusión, la presencia de carbonatos y la alcalinización de suelos serían factores que impedirían la solubilidad del plomo.

Para determinar la contaminación es necesario estudiar la presencia de plomo en todas las posibles rutas, hayan sido registradas éstas dentro del sitio o fuera de él. Es muy importante que las primeras estaciones a muestrear sean los que representen mayores riesgos para la salud. Estos lugares son los puntos de exposición donde los contaminantes entran en contacto con la comunidad afectada.

El plomo es un metal carente de valor biológico, es decir, no es requerido para el funcionamiento normal de los seres vivos. Debido a su tamaño y carga, el plomo puede sustituir al calcio y además de manera preferente, siendo su sitio de acumulación, los tejidos óseos.

Esta situación es particularmente alarmante en los niños, que debido a su crecimiento incorporan altas cantidades de calcio. Altas dosis de calcio hacen que el plomo sea "removido" de los tejidos óseos, y que pase a incorporarse al torrente sanguíneo.

Niveles de plomo en sangre de 0.48 $\mu\text{g/l}$ pueden inducir en los niños daño durante el desarrollo de los órganos del feto, daño en el sistema nervioso central, reducción de las habilidades mentales e iniciación de desordenes del comportamiento y daño en las funciones del calcio.

A su vez, niveles del orden de 1.2 $\mu\text{g/l}$ pueden inducir, descenso del coeficiente intelectual (CI), problemas de desarrollo cognitivo y del comportamiento, déficit neurológicos que pueden persistir hasta la adolescencia. elevación de los umbrales auditivos, peso reducido en recién nacidos y desarrollo cognitivo temprano anormal.

En adultos que trabajan en ambientes expuestos a la contaminación con plomo, el metal puede acumularse en los huesos, donde su vida media es superior a los 20 años. La osteoporosis, embarazo, o enfermedades crónicas pueden hacer que éste plomo se incorpore más rápidamente a la sangre.

Los problemas relacionados con la sobre exposición al plomo en adultos incluyen daño en los riñones, daño en el tracto gastrointestinal, daño en el sistema reproductor, daño en los órganos productores de sangre, daños neurológicos y abortos.

b) Generación de Plomo

El plomo que se encuentra en el medio ambiente proviene principalmente de las minas de plomo, como sabemos el plomo tiene muchos usos industriales como en baterías, soldaduras, transporte, dispositivos eléctricos y comunicaciones, entre otros. El plomo también puede producirse en las minas de zinc, minas de cobre y en menor proporción en las minas de oro. Se puede encontrar como residuo junto al arsénico. Es también producido durante procesos hidrometalúrgicos y durante las fundiciones.

8.3.3) Mercurio

a) Contaminación y toxicidad del Mercurio

La población que vive cerca de los "jales" mineros está en riesgo de exposición al mercurio si este metal contamina el suelo y aguas de consumo humano. La dispersión del contaminante puede ocurrir a través del aire, las lluvias y los lixiviados de los jales.

La población está expuesta a través de los desechos de las fábricas que utilizan el mercurio. En particular, los procedentes de las plantas de cloro-sosa y de algunas industrias químicas en las que se usa como catalizador.

Los trabajadores de las fábricas en donde se utiliza mercurio como materia prima pueden exponerse a altas concentraciones de los vapores. También, trasladarlo a través de sus ropas y propiciar la exposición de sus familiares. Los dentistas y los técnicos dentales, al producir sus amalgamas con mercurio, igualmente están expuestos.

Los vapores de mercurio entran por vía respiratoria, se absorben por las membranas alveolares y pasan directamente al torrente sanguíneo. En forma de metilmercurio también se puede absorber al consumir alimentos contaminados, como ocurrió con peces en Minamata, Japón.

Los principales daños causados por el metal se presentan en el sistema nervioso central, y se manifiestan con temblores, alteraciones de la sensibilidad, pérdida de la memoria, hiperexcitabilidad, eretismo y disminución de los reflejos.

Puede haber consecuencias a largo plazo, con daño renal, bronquitis, neumonitis intersticial, inflamación pulmonar, sabor metálico, aumento en la salivación, inflamación de la mucosa bucal y de las encías, tos, dolores de pecho, diarrea, vómito y hemorragia, cuando una mujer embarazada se expone al metilmercurio a través del consumo de alimentos contaminados, el feto presenta daños neurológicos irreversibles.

Las dos principales causas de contaminación con mercurio son las plantas de cloro y las plantas generadoras de energía a carbón. Las plantas que producen el cloro, usan cantidades masivas de mercurio para extraer el cloro de la sal. El problema es que estas plantas "pierden" hasta 100 toneladas de mercurio al año, mercurio que probablemente termina en nuestras mesas. Las plantas que reciclan los automóviles son otra gran fuente de contaminación con mercurio, expulsando de 10 a 12 toneladas de mercurio hacia el aire anualmente.

b) Generación de Mercurio

La principal fuente de contaminación con mercurio, en relación con la actividad minera, viene de los gases emitidos por las plantas de tratamiento de cinabrio. El mercurio gaseoso emitido por los hornos, es depositado en los suelos que rodean a las instalaciones metalúrgicas como Hg^{+2} . Esto puede ocurrir por depositación directa de emisión de Hg^{2+} o por conversión de vapores de Hg^0 a Hg^{+2} , proceso este último mediado por el ozono.

El mercurio se obtiene como subproducto a partir de minas de oro, plata y hierro; se puede encontrar en la naturaleza en más de una docena de minerales, de los cuales el principal es el cinabrio (HgS). Otras maneras de encontrarlo es por el uso de bactericidas y desinfectantes. El principal uso industrial del mercurio es en instrumentos de medición, lámparas fluorescentes, catalizadores, en medicina como antiséptico, entre otros usos.

b.1) Plantas Generadoras de Energía: El carbón contiene una contaminación natural de mercurio. Al quemarlo para generar electricidad, el mercurio es liberado hacia el aire a través de las chimeneas.

La mayoría de esta contaminación con mercurio podría eliminarse con instalar dispositivos de control de contaminación. Dispositivos similares han dado muy buenos resultados en incineradores municipales, que en un tiempo fueron grandes fuentes de contaminación con mercurio.

b.2) Manufactura de Sustancias Químicas:

Los grandes contaminadores con mercurio también incluyen a las plantas de mercurio cloro antiguas, también llamadas industrias de cloro-álcali, que usan el mercurio para convertir la sal en gas de cloro y sosa cáustica (mejor conocida como lejía), que se usa en jabones y detergentes.

Las plantas de cloro-álcali más modernas usan una tecnología más limpia y libre de mercurio. Solamente nueve plantas cloro-álcali siguen usando mercurio, pero tan sólo esas pocas contribuyen 100 toneladas de contaminación con mercurio al año.

8.3.4) Arsénico

a) Contaminación y toxicidad del Arsénico

Las principales rutas de exposición de las personas al arsénico son la ingesta e inhalación. El arsénico es acumulable en el organismo por exposición crónica y superados ciertos niveles de concentración.

Puede ocasionar afecciones como alteraciones de la piel (relajamiento de los capilares cutáneos y la dilatación de los mismos), lesiones dérmicas (neoplasias de piel), vasculopatías periféricas ("enfermedad del pie negro"), además de enfermedades respiratorias; neurológicas (neuropatías periféricas), cardiovasculares y diversos tipos de cáncer

Además, personas que ingieren de forma prolongada arsénico inorgánico, vía agua de bebida, pueden presentar hiperqueratosis palmo-plantar cuya manifestación principal es la pigmentación de la piel y callosidades localizadas en las palmas de las manos y pies.

La toxicidad del arsénico depende de:

- El estado de oxidación
- La estructura química
- La solubilidad en el medio biológico

La escala de toxicidad del arsénico decrece en el siguiente orden:

Arsina (H_3As) > As^{+3} inorgánico (arsenito) > As^{+3} orgánico > As^{+5} inorgánico (arsenato) > As^{+5} orgánico > compuestos arsenicales y arsénico elemental.

La toxicidad por arsénico puede ocurrir en dos formas: toxicidad aguda y toxicidad crónica. La toxicidad aguda es la consecuencia de la ingesta de alto contenido de arsénico en un tiempo corto y la toxicidad crónica es el resultado de la ingesta de pequeñas cantidades de arsénico en un largo periodo de tiempo.

La toxicidad aguda de compuestos de arsénico en el ser humano es función de la capacidad de asimilación del cuerpo humano. La arsina es considerada la forma más tóxica, seguida del arsenito, de arsenatos y los compuestos orgánicos de arsénico.

Las combinaciones orgánicas de arsénico liberan lentamente el tóxico y no producen, en general, intoxicaciones agudas, salvo casos especiales. La inhalación de arsenina causa la muerte en pocos minutos si se encuentra en cantidad de 5 mg./m³ de aire. La concentración máxima permitida de este compuesto en un ambiente industrial es de 0,05 ppm. En los alimentos se puede admitir hasta 3,5 ppm.

En el organismo humano el arsénico elemental ingestado se absorbe lentamente pero luego es eliminado por vía urinaria, heces, sudor y epitelio de la piel (descamación). El riñón elimina rápida y completamente el As⁺⁵ y arsénico orgánico. En cambio el tracto intestinal absorbe rápidamente los compuestos solubles de arsénico. El tiempo de vida media del arsénico inorgánico en el ser humano es de 2 a 40 días.

Algunos estudios de toxicidad del arsénico indican que muchas de las normas actuales basadas en las guías de la OMS son muy altas, y plantean la necesidad de reevaluar los valores límites basándose en estudios epidemiológicos.

En otros casos, podrían aumentarse dichos valores de acuerdo a las condiciones regionales. En América Latina ha podido apreciarse que a niveles similares de arsénico en diferentes condiciones (climatológicas, de nutrición y otros) el nivel de afectación es diferente. Las principales rutas de exposición de las personas al arsénico son la ingesta e inhalación.

Además, las personas que ingieren de forma prolongada arsénico inorgánico, vía agua de bebida, pueden presentar hiperqueratosis palmo-plantar cuya manifestación principal es la pigmentación de la piel y callosidades localizadas en las palmas de las manos y pies.

b) Generación de Arsénico

El origen más común del arsénico es como subproducto en minas de cobre, oro o plomo como trióxido de arsénico (As_2O_3). El arsénico como metal es producido por la reducción del trióxido de arsénico. El uso industrial que se le da es principalmente como semiconductor, en aleaciones, en el vidrio, como preservante de la madera, entre otros usos.

Puede ocurrir también junto al hierro, níquel y cobalto. Se puede encontrar también junto a minerales como Galena y Pirita. El arsénico proviene en menor proporción por los químicos usados en agricultura.

8.3.5) Cobre

a) Contaminación y toxicidad del Cobre

El cobre contribuye con el medio ambiente por ser un material cien por ciento reciclable. Tiene un alto valor de reventa y esto permite evitar la contaminación. De igual manera es un bactericida natural, por lo que no impacta en el medio contaminando o agregando contaminantes

La mayoría de las aguas superficiales y subterráneas del mundo que se utilizan para beber contienen cobre. La verdadera cantidad varía de región en región, dependiendo de qué cantidad se encuentra presente en la tierra, pero en la mayoría de los casos la cantidad de cobre en el agua es extremadamente baja.

El cobre existente en forma natural en el agua potable no ofrece riesgo para el ser humano, incluso en los casos anormales donde se encuentra a niveles suficientemente altos como para proporcionar un sabor metálico al agua.

Las cañerías de cobre que transportan el agua corriente de las viviendas a las que se les controla en forma apropiada su composición química, también pueden ser una fuente de cobre en el agua potable bajo ciertas condiciones específicas.

El envenenamiento agudo de cobre es un suceso raro, y solo ocasionado por la ingestión accidental de soluciones del cobre o nitrato de sulfato de cobre. Las sales anteriores y aquellas sales orgánicas de cobre son poderosos eméticos (sustancias que inducen al vómito) por lo que las dosis grandes que se ingieran de manera inadvertida son rechazadas normalmente.

El envenenamiento crónico de cobre por la ingestión en alimentos es también muy raro y los pocos informes existentes se refieren a pacientes con enfermedades del hígado. La capacidad del hígado humano saludable para excretar cobre es considerable y es la principal razón por la que ningún caso de envenenamiento crónico de cobre se ha reportado.

La absorción del cobre es del orden del 30% y es disminuida por altas ingestas alimentarias de hierro, molibdeno y zinc. Este elemento se almacena preferentemente en el hígado, riñón, músculo, corazón y cerebro. Su deficiencia produce anemia, neutropenia y desmineralización ósea, mientras que la ingestión en exceso es tóxica.

Aunque no son frecuentes las intoxicaciones agudas por este metal, dadas sus propiedades eméticas y laxantes, se caracterizan por náuseas, vómitos, dolor de cabeza y debilidad. Los casos más graves cursan con taquicardia e hipertensión que pueden ir seguidas por ictericia, anemia hemolítica, uremia y muerte.

Tras la absorción, por vía gastrointestinal, de cantidades pequeñas pero repetidas pueden presentarse náuseas, salivación, dolor epigástrico, diarreas, vértigo, debilidad e ictericia.

Un caso especial de intoxicación se produce en la enfermedad de Wilson, alteración congénita que afecta al metabolismo del cobre, en la que aparecen trastornos con la ingestión de concentraciones normales de este metal. Aunque se han encontrado valores elevados de cobre, hierro y zinc en ciertos tumores provocados experimentalmente en animales de laboratorio, no ha sido demostrada la responsabilidad carcinogénica del cobre.

b) Generación de Cobre

El cobre ocurre en más de 250 minerales, sin embargo, solo pocos son comercialmente importantes como son en el uso de conductores eléctricos, tubos de condensadores, electroimanes, motores eléctrico, interruptores, etc.. La mayoría de los depósitos de cobre se encuentran en forma de sulfuros, los cuales se oxidan progresivamente.

El cobre que se encuentra en la naturaleza, proviene principalmente de las minas de cobre, y de las minas de molibdeno, las cuales se encuentran asociadas; también puede provenir de los depósitos de oro; pero en menor proporción. El cobre puede encontrarse en la naturaleza debido también a los residuos de los procesos hidrometalúrgico y pirometalúrgico.

8.3.6) Zinc

a) Contaminación y toxicidad del Zinc

El zinc es un mineral que se encuentra en cada una de las células del cuerpo humano y tiene una amplia gama de funciones. Contribuye a la curación de heridas y es un componente necesario para que más de 300 reacciones enzimáticas funcionen adecuadamente.

Este elemento resulta vital para el sano funcionamiento de muchos de los sistemas corporales, en especial para el adecuado funcionamiento del sistema inmunológico de defensas, que mantiene la resistencia del organismos ante las infecciones.

El zinc es crucial para el normal desarrollo y función de las células que intervienen en la inmunidad inespecífica, como los neutrófilos y las células NK (natural killers). Esto resulta de su acción como co-factor de 24 importantes enzimas, ejerciendo funciones biocatalíticas y regulatorias.

También interviene en el desarrollo de la inmunidad adquirida favoreciendo ciertas funciones de los linfocitos T, tales como su activación y producción de citokinas; asimismo, favorece el desarrollo de linfocitos B y la producción de anticuerpos, particularmente la inmunoglobulina G. También afecta las funciones de los macrófagos, mejorando la fagocitosis.

Se piensa que la utilización del zinc en intervalos cortos de 2 horas es segura. Sin embargo, las altas dosis no deberán mantenerse por más de una a dos semanas, debido a que pudieran deprimir el sistema inmune, en lugar de estimularlo o producir otros síntomas.

Raramente el zinc causa algún efecto secundario inmediato, excepto molestias gástricas ocasionales, usualmente cuando se ingiere con el estómago vacío. Algunas presentaciones tienen un efecto metálico desagradable.

Por otra parte, la utilización prolongada de zinc a dosis de 100 mg/día o mayores puede causar un número de efectos tóxicos, que incluyen deficiencia severa de cobre, afectación del sistema inmune, problemas cardíacos o anemia.

b) Generación de Zinc

La principal fuente de zinc en la naturaleza son las minas de zinc, las cuales lo presentan en un 90% como esfalerita, En mucha menor proporción se encuentra de otras 6 maneras como hemimorfita, smithsonita, zincita, hidrocincita, wilemita y franklinita. El uso industrial principal es el galvanizante del acero y en baterías.

El zinc puede encontrarse también como residuo de las minas de plomo, cobre y plata, tanto en la roca como en los relaves. También puede producirse como residuo de procesos pirometalúrgicos y de refinación.

8.3.7) Sulfatos

Los sulfatos son producto de la oxidación de los sulfuros, su presencia es un indicador del inicio de un proceso de oxidación y generación de drenaje ácido. En cantidades apreciables puede tener efectos sobre el sabor y actuar como laxante; tiende a formar sales con los metales pesados disueltos en el agua, contribuyendo eficazmente a disminuir su toxicidad.

Se ha comprobado que concentraciones de 2 mg/dm³ de sulfato producen debilitamiento y muerte del ganado. La presencia de sulfatos en cantidades superiores a 300 mg/l puede ocasionar en ciertas condiciones un ataque del hormigón y acelerar la corrosión del hierro.

8.2.8) Turbidez

Si bien es cierto la turbidez no es un contaminante, se trata de un parámetro que se emplea para este tipo de estudios. No se conocen efectos directos en la salud, pero si afecta la calidad estética del agua, y reduce la eficiencia de eliminación de organismos patógenos por la acción de agentes químicos como el cloro.

Las partículas en suspensión pueden originar gustos y olores desagradable, impiden la penetración de la luz, y con ello disminuye la incorporación de oxígeno disuelto por la fotosíntesis que realizan los productores primarios.

En aguas profundas, la turbidez impide la propagación de la luz cuya disminución de intensidad tiene como consecuencia limitar e incluso eliminar la vegetación. La Turbidez se encuentra directamente relacionada con los sólidos suspendidos totales (SST). La turbidez en la parte alta de la cuenca de un río debe ser menor que 5 NTU y en la parte baja de la cuenca debe ser menor que 50 NTU

8.3.9) PH

Según la definición química, el pH se define como el logaritmo negativo de la concentración del ión hidrógenos, $pH = - \log H^+$. El pH en una corriente de agua debería no ser menor a 4,5 ni mayor a 9,5, si se desea mantener la fauna acuática. Las aguas que sirven para riego no deben sufrir alteraciones importantes en los valores de pH. Valores que oscilen entre 4,5 y 9 son tolerables.

Valores de pH de 3,0 a 3,5 resultan mortales para la mayoría de los peces, pero algunas plantas e invertebrados pueden sobrevivir; valores de pH 4,5 – 5,0 representan un peligro para la supervivencia de huevos y pececillos de salmónidos.

Cuando hay variaciones debajo o sobre un pH entre 6,5 – 7,0, el número de especies decrece respecto a las que existen en un pH normal. Con el descenso del pH ocurren una serie de cambios químicos, como resultado de la reducción de nutrientes; esto es, un decrecimiento de la cantidad de materia orgánica en el área, lo que provoca una nutrición insuficiente de los organismos que se desarrollan allí.

No tiene efectos directos sobre la salud, pero afecta procesos importantes como la desinfección con cloro, interviene en la disolución o precipitación de metales, advierte la presencia de carbonatos y bicarbonatos, y se le asocia a fenómenos de corrosión y de incrustación de las redes de distribución. Nos indica el potencial agresivo a que están sometidos las tuberías además de formar un medio propicio para la producción de sulfuros.

8.3.10) Conductividad

Está definida como la propiedad natural característica de cada cuerpo que representa la facilidad con la que los electrones pueden pasar por él. Varía con la temperatura. Este parámetro está relacionado con la cantidad de iones y/o sólidos disueltos totales SDT, se encuentra relacionado también con el pH; la conductividad en la parte alta de la cuenca de un río debe ser menor que 45 us. y en la parte baja de la cuenca debe ser menor que 700 us.

8.3.11) Potencial Redox

El potencial redox es una medida de la actividad de los electrones. Está relacionado con el pH y con el contenido de oxígeno. Es análogo al pH ya que el pH mide la actividad de protones y el potencial redox mide la de los electrones. El potencial redox se calcula como: $Eh = 1,234 - 0,058 \text{ pH} + 0,0145 \log (10) P_o$, siendo P_o la presión parcial de oxígeno expresada en atmósferas.

En las aguas si el oxígeno está en equilibrio con el atmosférico y el pH es de 7, el valor es de + 0,86 mv a 0 °C y de + 0,80 mv a 25 °C. En las aguas dulces y marinas raramente baja de + 0,3 mv excepto cuando hay gran escasez de oxígeno. Se considera un medio oxidante cuando el Eh es mayor que 200 mv y un medio reductor si el Eh va de 0 a 200 mv.

9) IMPACTOS DE LA ACTIVIDAD MINERA

9.1) EN LAS FASES DE LA ACTIVIDAD MINERA

Los impactos ambientales varían de acuerdo a la fase de la actividad minera que se está realizando, ya sea en la fase de exploración, de explotación o de cierre.

9.1.1) En la Fase de Exploración

a) Fuentes Potenciales y Tipos de Contaminación

- Afectación de la superficie de los suelos
- Contaminación del aire y agua generada por materiales naturales o introducidos en el sitio de exploración durante la perforación y actividades relacionadas.
- Contaminación de aguas subterráneas al crear conductos para la migración de la contaminación.
- Drenaje ácido y traslado de metales.
- Sedimentación y erosión a través de excavación, construcción de caminos.
- Impactos ambientales indirectos (en áreas remotas) a través de un desarrollo forzado como resultado de la construcción de caminos.

b) Posibilidades para la Prevención

- Limitar la afectación al área estrictamente necesaria para la exploración.
- Cuidado especial en áreas pasibles de generar ácidos, limitando la exposición de materiales formadores de ácidos
- Clausura de pozos y hoyos perforados

- Planes y requisitos para el abandono de caminos construidos, así como adecuada restauración y reforestación de los sitios de perforación y otras áreas afectadas, para prevenir la migración de contaminantes, desarrollo impuesto y no deseado por las poblaciones locales y degradación de suelos.

Para el caso de pequeña minería o minería artesanal, debe existir un programa de adecuación y manejo ambiental y/o un estudio de Impacto Ambiental semidetallado.

9.1.2) En la Fase de Explotación

a) Fuentes Potenciales y Tipos de contaminación

- Generación de drenaje ácido y traslado de metales.
- Traslado y derrame de otras sustancias tóxicas naturales en el sitio, tales como arsénico, las que pueden contaminar aires y aguas.
- Derrames accidentales de, ácidos y otros materiales introducidos en el sitio y utilizados en los procesos de extracción y beneficio.
- Exposición de la vida silvestre (particularmente aves) a sustancias tóxicas, aun cuando los derrames sean prevenidos.
- Generación de volúmenes importantes de relaves y restos de roca, los que pueden producir contaminación del aire o aguas.

b) Posibilidades de Prevención Ambiental

- Cuidadosa clasificación de las características del yacimiento y los restos de roca, a fin de determinar qué afectar y cómo manipular y disponer los materiales afectados.

- Comprensión completa y anticipada de los materiales del sitio minero para evitar la formación de ácidos o tóxicos en lo posible y tener un control cuidadoso de su disposición.
- Uso de procesos más limpios (por ejemplo técnicas que no introduzcan, ácidos o ciertos reactores en el beneficiamiento, así como evitar aquellas técnicas que utilizan mercurio).
- Un mejor diseño de los procesos a fin de reducir la cantidad de sustancias tóxicas en el beneficiamiento.
- Minimizar el área expuesta a las pozas de procesamiento y usar sistemas de recuperación cubiertos sin pozas en exposición a fin de reducir el riesgo para la vida silvestre y el ambiente producido por las sustancias utilizadas en el proceso de lixiviación.
- Control del drenaje para que el contacto de la precipitación, aguas superficiales y subterráneas con contaminantes o materiales ácidos sea mínimo.
- Uso de diseños que separen el drenaje limpio del contaminado, a fin de reducir el volumen de agua que éste último requiere para su control y tratamiento.
- Uso de sistemas de detección de fugas y monitoreo de aguas subterráneas y superficiales y de aires.
- Disposiciones sobre sistemas de recolección de molidos y estructuras de almacenamiento para hacer frente a fallas previsibles de los procesos, fugas y derrames.
- Control del polvo mediante la utilización de materiales no tóxicos y poniendo atención al destino de los supresores de polvo.
- Restauración en el momento del cierre, donde reponer la tierra superficial es posible, para reducir la "huella" de la mina en el paisaje y la exposición de un área afectada a los elementos y así hacer menor el riesgo de contaminación potencial del aire y el agua.

9.1.3) En la Fase de Cierre

a) Fuentes Potenciales y Tipos de contaminación

Exposición de materiales en los tajos y áreas de disposición de relaves y residuos de rocas que pueden necesitar de cuidado permanente.

- Drenaje ácido luego de concluida la explotación, el cual puede empeorar con el tiempo.
- Derrame en las aguas superficiales y subterráneas de contaminantes presentes en los relaves y en el yacimiento agotado, luego del beneficiamiento y cuando ya han sido clausuradas las áreas de disposición de relaves y almacenamientos.
- Contaminación de depósitos que quedan luego del cierre con drenaje ácido, metales u otros contaminantes, creando un riesgo para la vida silvestre, otros usuarios del agua y el ambiente.
- Contaminación del aire luego de la explotación y cierre como resultado de las partículas de polvo de los relaves y yacimientos agotados que no sean apropiadamente estabilizados y/o cubiertos.

b) Posibilidades de Prevención Ambiental

- Aislamiento y depósito de materiales generadores de ácido.
- Uso de neutralizadores y otros materiales para prevenir el drenaje ácido y traslado de metales en los tajos, montículos y aguas.
- Estabilización y control de áreas desgastadas en su configuración posterior a la extracción, utilizando suelo superficial y reforestación para limitar movimientos y filtraciones.
- Limpieza, descontaminación y cobertura de los yacimientos agotados y relaves, a la par que el control de drenajes para prevenir la migración de los contaminantes que permanecen luego del cierre.

- Extracción de agua de relaves y/o controles hidrológicos para sus depósitos, a fin de asegurar la estabilidad en el largo plazo.
- Monitoreos y mantenimiento que garanticen el control del drenaje y eviten el contacto de las aguas con los contaminantes y el consecuente acarreo de los mismos por aquéllas.
- Relleno de los tajos donde sea posible, para reducir el potencial de recolección y contaminación del agua, así como la exposición de restos de roca a oxígeno y agua, ahí donde pueda originarse drenaje ácido.
- Cubrir los pozos y socavones para prevenir la contaminación del agua y la descarga de fluidos del sitio conteniendo metales, sobre las aguas subterráneas y superficiales.
- Remover los materiales introducidos al sitio, incluyendo los residuos de control de la contaminación, químicos para el beneficiamiento y reactores, químicos de laboratorio, petróleo, etc. para prevenir la contaminación luego del cierre.

9.2) PASIVOS AMBIENTALES

Un pasivo ambiental se define como una situación ambiental que fue generada por el hombre en el pasado y con deterioro progresivo en el tiempo; representa actualmente un riesgo al ambiente y la calidad de vida de las personas. Un pasivo ambiental puede afectar la calidad del agua, el suelo, el aire, y los ecosistemas deteriorándolos. Estos han sido generalmente producidos por las actividades del hombre, ya sea por desconocimiento, negligencia, o por accidentes, a lo largo de la historia.

Los pasivos ambientales son complejos y complicados para su recuperación, debido a las características físico-químicas, los elevados costos para su control y rehabilitación, la falta de identificación de responsables y en otros casos por el incipiente desarrollo tecnológico para su recuperación.

a) Fuentes Potenciales y Tipos de contaminación

La minería, originó pasivos a través de excavaciones abiertas abandonadas, socavones abandonados, relaveras sujetas a erosión, depósitos de residuos sólidos industriales, deforestación y eliminación de cobertura vegetal, disposición de sustancias tóxicas y movimiento de tierras. Uno de los grandes problemas que resultan de estos pasivos ambientales, es la generación de drenaje ácido.

Los pasivos ambientales, pueden afectar los cuerpos de agua, como ríos, lagos, lagunas las aguas subterráneas, los suelos, el aire, el paisaje, la cobertura vegetal, ambiente, la salud humana y la infraestructura.

Los efectos pueden ser variados, pudiéndose alterar las características químicas, físicas, biológicas de los cuerpos receptores. La forma cómo estos cuerpos se alteran también es variada, dependiendo de la temperatura local, la geografía del lugar, el aislamiento poblacional de la zona, la pluviosidad, los ecosistemas circundantes, etc.

b) Posibilidades de Prevención Ambiental

Son varias las herramientas que actualmente existen para medir el deterioro ambiental. Entre ellas podemos mencionar dos, el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) y los Límites Máximos Permisibles (LMP).

Es importante contar con un marco normativo adecuado que permita la rehabilitación de las áreas afectadas mediante mecanismos de cooperación entre diferentes instituciones, públicas y privadas, resultando en acciones inmediatas sobre las zonas más afectadas y en la emisión de pautas técnicas y administrativas que ayuden en su solución.

Se debería buscar el consenso para dar prioridad a los pasivos, áreas o lugares más críticos, utilizando criterios de ámbito de afectación, magnitud de los impactos, sensibilidad de las poblaciones vecinas y costos e iniciar los primeros esfuerzos en su remediación.

Sabemos que rehabilitar problemas ambientales es complicado. Por ello, muchos sectores, considerando la normatividad ambiental y otros elementos, ya están tomando las medidas necesarias para prevenir riesgos y daños ambientales; así como muchas personas ya están tomando conciencia de que su comportamiento también puede generar impactos ambientales. Además, ya se están tomando las medidas necesarias para eliminar o rehabilitar los pasivos existentes y de esta manera mejorar la calidad de vida de las poblaciones vecinas.

9.3) LAS FUENTES DE IMPACTO Y LOS RIESGOS

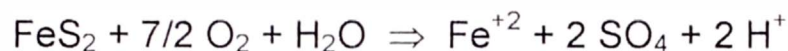
9.3.1) Descripción de las Fuentes Principales de Impacto

Las fuentes potenciales de descargas de contaminantes relacionadas a las operaciones mineras y de beneficio incluyen: drenaje de la mina, operaciones durante el proceso de beneficio, unidades de desechos, actividad humana y pilas de mineral.

a) Drenaje de mina

El agua proveniente de las operaciones de drenaje puede contener alta concentración de metales y, por lo tanto, contaminar las aguas superficiales; además, el drenaje ácido de mina (DAM) generado en las labores mineras y en los tajos puede ser bombeado y descargado a las aguas superficiales.

La formación del drenaje se por la combinación de iones metálicos, provenientes principalmente de los sulfuros, con el agua y el aire al entrar en contacto con el medio ambiente. Un ejemplo típico es el caso de la pirita:



b) Depósitos y Pilas de mineral

Los principales depósitos y pilas de mineral se muestran en la Tabla N° 42

Tabla N° 42

Depósitos minerales y sus impactos en la calidad de agua

Depósitos	Posibles Impactos en la Calidad de las Aguas
Pilas de desechos (desmontes y materiales de desbroce, material residual de pilas de lixiviación, relaves secos)	<ul style="list-style-type: none"> - Erosión con la consecuente descarga de sedimentos en las aguas superficiales. - Producción de solución ácida de lixiviación y transporte de metales pesados a las aguas superficiales y subterráneas. - Defectuosa inclinación del talud, produciendo la descarga de sedimento y la dispersión de desechos en las aguas superficiales. - Transporte de finos mediante el viento hacia aguas superficiales.
Canchas de Relaves Relaves depositados como pulpa	<ul style="list-style-type: none"> - Formación de solución de lixiviación y filtración de desechos hacia aguas subterráneas y superficiales. - Erosión, con la consecuente descarga de sedimentos hacia aguas receptoras. - Transporte de finos a las aguas superficiales por acción del viento. - Deterioro de las presas de pulpas, de relaves, particularmente durante tormentas.
Pozas de almacenamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> - Filtración de la poza hacia aguas superficiales y subterráneas. - Derrames, incluyendo la acumulación de agua de inundaciones que ocasionan el desborde y rompimiento de la presas.

c) Operaciones durante el proceso de beneficio

El efluente puede contener constituyentes orgánicos e inorgánicos, incluyendo reactivos como el cianuro, y puede ser altamente ácido; el efluente puede ser depositado en canchas de relaves donde los contaminantes se pueden lixiviar o ser transportado mediante escorrentías superficiales. Las pozas de proceso pueden ser una fuente de contaminación de agua a través de la filtración de soluciones en las aguas superficiales y subterráneas y flujos que se derraman.

d) Actividad humana

Las fuentes de contaminación del agua provenientes del incremento de la actividad humana en un emplazamiento minero incluyen las aguas servidas y la basura.

9.3.2) Identificación y caracterización de aguas receptoras potenciales

- Ubicación y usos benéficos de las aguas superficiales que pueden ser impactadas por actividades
- Ubicación (profundidad y extensión del área), dirección del flujo, y usos benéficos de las aguas subterráneas subyacentes que podrían ser impactadas por las actividades
- Identificación de todos los criterios de calidad de agua existentes aplicables a las aguas superficiales y subterráneas, y a la presente calidad de las aguas superficiales y subterráneas potencialmente impactadas.

9.3.3) Riesgos

- Las sustancias tóxicas pueden tener efectos perjudiciales sobre la salud humana
 - La mortandad de la fauna acuática a menudo se debe a la toxicidad aguda causada por la descarga de lodos o descargas accidentales de materia sumamente tóxica en la masa de agua .
 - Muchos materiales orgánicos pueden degradarse biológicamente en los cursos de agua y producen demandas excesivas de oxígeno.
 - La materia colorante puede reducir sustancialmente la penetración de la luz y en consecuencia, afectar la producción de oxígeno fotosintético
- La inadecuada ubicación y construcción sin criterios de riesgo de las canchas de relave así como la falta de control sobre el Drenaje Ácido ha contribuido a la generación de impactos ambientales que según su ubicación y volumen puede llegar a afectar no solo grandes extensiones sino también cuencas alejadas que están conectadas por los sistemas hidrográficos.
- Con el tiempo, los elementos tóxicos pueden lixiviar, lo que ocasionaría la contaminación de las aguas subterráneas. La contaminación de aguas subterráneas puede ocurrir cuando los líquidos (generalmente aguas pluviales) fluyen a través de vertederos de residuos hasta llegar a las aguas subterráneas, portando los contaminantes con ellos. Una vez contaminadas, las aguas subterráneas son costosas, difíciles y a veces hasta imposibles de limpiar.

10) MITIGACIÓN

10.1) MITIGACIÓN EN AGUAS SUPERFICIALES

Estos modelos usados deben predecir el tipo de fluido, cambios por la concentración del contaminante, y tiempos para solucionar el problema. Algunos de estos tratamientos también pueden ser utilizados en aguas subterráneas y aguas de drenaje.

10.1.1) Sedimentación, Neutralización, Precipitación y Decantación

Estos métodos físicos y químicos, son los más convencionales debido a su costo relativamente bajo y la sencilla aplicabilidad que presentan. Muchas veces se usa la combinación de estos cuatro métodos.

a) Sedimentación

La sedimentación se realiza colocando barreras o diques ya sea de madera o de concreto a lo largo del recorrido del agua; haciendo que el agua realice un movimiento zigzagueante; logrando de esta manera que el agua con cada choque en los diques precipite el sedimento que lleva consigo.

b) Neutralización

El objetivo principal de la neutralización, es lograr equilibrar el pH en aguas ácidas, añadiendo en primer lugar carbonato de calcio CaCO_3 logrando que el PH llegue a 5, y después se le añada una lechada de Cal CaO , logrado que el pH llegue de 9.5 a 10

c) Precipitación

Este método consiste en hacer reaccionar un agua con exceso de sólidos, con compuestos como el sulfato de aluminio y polímeros, logrando la precipitación de los sólidos suspendidos y también la de algunos metales. Este método es combinable con la sedimentación.

d) Decantación

La decantación busca lograr la sedimentación de acuerdo a la masa y peso de los materiales acarreados por el agua (sólidos suspendidos e iones metálicos). Los materiales de mayor tamaño precipitan primero. Para la decantación se usan mallas o membranas de diferentes tamaños, ubicada de mayor a menor tamaño, perpendicular a la dirección del flujo del agua.

10.1.2) Coagulantes y Floculación

En el proceso de precipitación; precipitantes químicos, coagulantes y floculantes son usados para incrementar las dimensiones de la partícula por la agregación. El proceso de precipitación puede generar partículas muy finas que se encuentran en suspensión por una superficie de cargas electrostáticas.

Estas cargas causan nubes iónicas que se forman alrededor de las partículas dando un incremento de la fuerza repulsiva que previenen la agregación y reduce la eficiencia de los procesos de separación subsecuente sólido-líquido.

Por esto los coagulantes químicos son añadidos para vencer las fuerzas repulsivas de las partículas. Los principales tipos de coagulantes son electrolitos inorgánicos tales como cloruro férrico, y sulfato ferroso, aunque también se puede añadir polímeros orgánicos y coagulantes sintéticos.

La adición de coagulantes es seguida de una mezcla en el floculador para lograr el contacto entre las partículas permitiendo el crecimiento de la partícula.

La presencia del floculante se refiere a una gran dilución de partículas en suspensión que flocula o coalesce durante la sedimentación. Así como la coalescencia o floculación ocurre, las partículas incrementan su masa sedimentándose.

La cantidad de floculación dependerá de la oportunidad para el contacto, el cual varía conforme pasa el fluido, la profundidad de la cuenca, de la concentración de las partículas, del tamaño de las partículas y la velocidad de gradientes en el sistema.

** Aplicabilidad del método:*

La Precipitación es usada principalmente para convertir iones disueltos en partículas sólidas que pueden ser removidas desde la fase acuosa por coagulación y filtración. Para el caso de remediación trabaja en remoción metales tóxicos disueltos y radio nucleidos.

** Limitaciones del método:*

Las desventajas del método pueden ser:

- La presencia de múltiples especies metálicas puede generar dificultades en la remoción como resultado de la naturaleza anfótera de los diferentes componentes.
- La descarga estándar se hace más restringida.
- La adición de reactivos debe ser cuidadosamente controlado para evitar una excesiva concentración en el efluente tratante.
- La eficacia del sistema recae en la adecuada técnica de separación del sólido.

- El proceso puede generar lodo mineral tóxico requiriendo una apropiada disposición.
- El proceso puede costar dependiendo del reactante usado, del sistema de control requerido y del operador requerido en el sistema de operación.
- Sales disueltas son añadidas al agua tratada para ajustar el pH.
- Polímeros pueden ser añadidos el agua para una adecuada disposición de los sólidos.
- El agua tratada puede requerir un reajuste en el pH.
- Los metales que se encuentran en solución por agentes complejos (Cianuros o EDTA) son difíciles de precipitar.

10.1.3) Proceso de separación para desprender los contaminantes del medio

La filtración aísla las partículas sólidas por los fluidos de vapor que corren a través de los poros del medio. La fuerza que dirige puede ser la gravedad o la presión diferencial a través del medio de filtración. Las técnicas de presión en filtración en separación diferenciada incluye separación por fuerza centrífuga, fuerza de vacío o presión positiva. Los químicos no son destruidos, si no puramente concentrados, haciendo posible la recuperación.

a) Destilación

Es un proceso de separación química que envuelve a la vaporización y condensación que es usado para separar componentes de variada presión de vapor en un líquido o flujo de gas. La destilación simple abarca una simple fase de operación en la cual el calor es aplicado a la mezcla líquida, causando que una porción del líquido se vaporice. Estos vapores después son enfriados y condensados productos líquidos llamados productos destilados.

El destilado es enriquecido con componentes de alta volatilidad; la mezcla sobrante es aun enriquecida con un componente menos volátil. Para la destilación comercial son utilizadas varias fases para obtener una mejor separación de los componentes orgánicos.

b) Filtración, Ultrafiltración y Microfiltración

Filtración, es el proceso físico de separación mecánica basado en la dimensión de las partículas, por medio del cual las partículas suspendidas en un medio son separadas por la fuerza del fluido mediante los poros del medio. Conforme el fluido pasa a través del medio las partículas suspendidas son atrapadas en la superficie del medio.

Ultrafiltración / Microfiltración ocurre cuando las partículas están separadas por la fuerza del fluido a través de membranas semipermeables. Solo las partículas cuya dimensión es menor que la abertura de la membrana son permitidas a través del fluido

c) Cristalización por Congelamiento

Este proceso remueve solventes purificados de la solución como cristal congelado; cuando la solución contiene contaminantes disueltos es congelado lentamente, los cristales de agua congelada se forman en la superficie y los contaminantes son concentrados en la solución que queda.

El hielo puede ser separado del cristal original, lavado y derretido para trabajar como flujo de agua pura. El flujo de desecho contaminado, el líquido original y los sólidos precipitados son generalmente tratables por la destrucción convencional y tecnología de estabilización debido a la alta concentración.

d) Pervaporización con Membranas

Este proceso que usa membranas permeables es usado preferentemente para adsorber compuestos orgánicos del agua contaminada. El agua contaminada pasa a través de un calentador que eleva la temperatura del agua.

El agua calentada entra al módulo de preevaporación que contiene membranas compuestas polímeros organofílicos similar a la silicona formado dentro de las fibras capilares.

El contaminante se difunde a través de la pared de la membrana; el agua tratada sale del módulo, mientras que el vapor orgánico viaja del módulo al condensador donde retorna a la base líquida. El material orgánico condensado representa solo una fracción del volumen desecho de agua inicial.

e) Osmosis Inversa

El proceso de membrana de preevaporación puede ser modificado osmosis inversa. En este proceso el agua es forzada a través del módulo de pervaporización bajo presión.

El módulo puede contener uno o varios tipos de membrana de las cuales hay muchos tipos dependiendo de la aplicación.

El módulo permite que el agua pase a través de los contaminantes. El agua que contiene los contaminantes que no pudieron pasar es recirculada otra vez al módulo de pervaporización para un tratamiento adicional, donde los vapores orgánicos son extraídos, condensados y ventilados corriente abajo del condensador, además minimizando el aire que se libera.

** Aplicabilidad de estos 5 métodos:*

El proceso de separación ex situ es usado principalmente como un pretratamiento o post tratamiento para remover contaminantes del agua de desecho. Puede ser aplicado en desechos acuosos en aguas subterráneas, lagunas, etc. Entre estos contaminantes tenemos pesticidas y sólidos suspendidos (Disminuir la turbidez); el solvente es recuperado posteriormente para el reuso.

** Limitaciones de los 5 métodos:*

Estos factores que pueden variar la aplicabilidad y la eficiencia del proceso son los siguientes:

- Las membranas de pervaporización y cristalización por congelamiento son limitadas para solo flujos de desecho acuoso.
- La presencia de aceite y grasa contaminada puede interferir el proceso, por decrecimiento en la tasa de flujo.
- El espacio debe ser adecuado para el sistema de tratamiento de destilación y congelamiento. Las unidades de destilación son comparadamente altas y cubren gran área.
- Los compuestos que se descomponen o polimerizan en la temperatura de operación no conveniente en destilación.
- En la cristalización por congelamiento, la mezcla forma soluciones que se hacen más concentrada, alimentan el flujo que debe ser diluido para conseguir un significativo volumen antes de la formación de la mezcla.

10.1.4) Intercambio Iónico Común

Es un proceso por el cual los iones tóxicos son removidos de la fase acuosa en intercambio con iones relativamente inocuos como NaCl.

Las resinas modernas de intercambio iónico consisten en un material sintético y orgánico que contiene el grupo funcional iónico, cuyos iones son usados. Estas resinas son estructuralmente estables y presentan una gran capacidad para el intercambio iónico, otros materiales usados pueden ser las arcillas y zeolitas.

El intercambio iónico es reversible y la concentración es dependiente. La resina puede ser regenerada para el reuso. Con este método queda solo del 2% a 10% del desecho el cual debe ser tratado por separado.

Todos los elementos metálicos se presentan como especies solubles, siendo catiónicas o aniónicas y pueden ser removida por el intercambio iónico.

** Aplicabilidad*

El intercambio iónico puede remover metales disueltos y radionucleidos de soluciones acuosas. Otros compuestos que son tratados son los compuestos amoniacales, nitratos y silicatos.

** Limitaciones:*

Los factores que pueden afectar la aplicabilidad y eficiencia del proceso son:

- El aceite y la grasa en el agua podría obstruir la resina.
- Los Sólidos suspendidos que contienen mayor a 10 ppm pueden causar el bloqueo de la resina
- El pH del agua efluente puede afectar el intercambio iónico en la resina
- El agua de desecho que es generada durante la regeneración, necesitará un tratamiento adicional.

10.1.5) Biorremediación

Este es un método de mitigación alternativo para aguas contaminadas, usando bacterias. Se genera un " Wetland " (Pantano Artificial) adonde se le hace llegar al agua contaminada, las bacterias generan H_2S el cual reacciona con los metales del agua y se forman sulfuros; estos sulfuros precipitan al fondo y agua queda descontaminada. El proceso primeramente es en una etapa anaeróbica y luego en una etapa aeróbica.

** Aplicabilidad*

La Biorremediación ayuda a remover metales del agua mediante la reacción del H_2S producido por las bacterias y los iones metálicos en el agua.

10.2) MITIGACIÓN EN SEDIMENTOS

Estos métodos pueden ser utilizados tanto para el tratamiento de suelos como también para el tratamiento de sedimentos.

10.2.1) Electrocinetismo y Fitorremediación

Los suelos y sedimentos contaminados de metales son tratados usando la combinación de electrocineretismo y fitorremediación

a) Electrocineretismo

Este proceso remueve metales y contaminantes orgánicos principalmente aunque también es aplicable en contaminantes inorgánicos en suelos de baja permeabilidad, barro y dragas marinas.

Usa la electroquímica y la electrocinética para disolver y remover metales y orgánicos polares. La tecnología usada insitu es principalmente una técnica de separación y remoción para extraer el contaminante del suelo

** Aplicabilidad:*

El grupo de contaminantes que son tratados en electrocinética son metales pesados, aniones, y orgánicos polares en suelo barro, etc. Las concentraciones pueden ser tratadas hasta un máximo de 10000 ppm. La electrocinética es más aplicable en suelos de baja permeabilidad. Estos suelos son tratados como saturados y parcialmente saturados arcillas y mezclas limo-arcillas las cuales no son fácilmente drenadas

** Limitaciones:*

Los factores que pueden afectar la aplicabilidad y eficiencia del proceso son:

- La eficiencia está bastante reducida para desechos con humedad con menor del 10%, La máxima eficiencia ocurre cuando se encuentra entre 14% y 18%.
- La presencia de material aislado o enterrado puede inducir una variabilidad en la conductividad eléctrica del suelo. Por esto la variabilidad debe ser delimitada; adicionalmente los depósitos que presentan alta conductividad eléctrica pueden hacer que la técnica sea ineficiente.
- Los electrodos se pueden disolver como un resultado de la electrólisis e introducir productos corrosivos en el suelo.
- El pH extremo en los electrodos y los cambios oxidación-reducción inducidos por el proceso de reacción de electrodos inhibe la eficiencia, a pesar que las condiciones ácidas pueden ayudar a remover el metal.
- Las reacciones oxidación-reducción pueden formar indeseables productos como gas de cloro.

- La electrocinética es más efectiva en arcillas, por la superficie de carga negativa de las partículas de arcilla; sin embargo esta superficie de carga de la arcilla es alterada por ambas cargas en el pH del fluido en los poros y la adsorción de contaminantes.

b) Fitorremediación

Es un proceso que usa a las plantas para remover, transferir estabilizar y destruir el contaminante en suelos y sedimentos; los contaminantes migran por las raíces a la parte más alta de las plantas y es posteriormente extraído. Los contaminantes pueden ser orgánicos o inorgánicos.

Los árboles son generalmente el elemento más usado de la flora en fitorremediación, debido a que crecen rápidamente y pueden sobrevivir a diferentes tipos de clima.

Además que pueden llevar gran cantidad de agua desde el suelo. De esta manera pueden llevar los contaminantes disueltos y reducir la contaminación del suelo.

** Aplicabilidad*

La fitoremediación puede ser aplicable para la remediación en el caso de metales, pesticidas, explosivos, aceite crudo y relleno de suelos de drenaje, estas especies de plantas conservan los metales en sus raíces.

Estas pueden ser llevadas a otros lugares para filtrar los metales ya que puede generar agua de desecho. Cuando las raíces están saturadas del metal contaminante pueden ser cosechadas. Las plantas hiperacumuladoras pueden remover una cantidad significativa de los metales contaminantes.

** Limitaciones:*

Las limitaciones para fitoremediación en suelo incluyen:

- La profundidad de la zona de tratamiento es determinada por las plantas usadas en fitoremediación. En muchos casos está limitada por el suelo poco profundo.
- La alta concentración de material dañino puede ser tóxico para las plantas
- Involucra las limitaciones de la masa transferida como también otros biotratamientos.
- Puede depender de la estación del año dependiendo del lugar.
- La contaminación puede ser transmitida del suelo al aire
- No es efectiva para compuestos fuertemente o débilmente absorbidos.
- La toxicidad y biodisponibilidad de los productos de biodegradación no es siempre conocida.
- Los productos pueden ser movilizados en el agua o bioacumulaciones en los animales
- Este método se encuentra aun en la fase de demostración
- Todavía las leyes no les son aplicadas.

10.2.2) Solidificación y Estabilización

Produce bloques de desechos monolíticos de estructura fuertemente integrada, los contaminantes no necesariamente interactúan químicamente con los reactivos de la solidificación (generalmente cemento/ceniza); pero estos se encuentran mecánicamente junto a la matriz solidificada.

El método de estabilización abarca la adición de químicos enlazantes, tales como cementos, silicatos, etc; los cuales limitan la solubilidad o movilidad de estos desechos, a pesar de las características físicas de los desechos estas no cambian. Este proceso se puede dar In situ o ex situ.

a) Bituminización

En este proceso los desechos son recubiertos por una especie de betún derretido y encapsulado con betún frío. El proceso combina betún calentado y una concentración del material de desecho, generalmente en forma de pasta aguada, esta mezcla contiene betún y los desechos. El agua es evaporada de la mezcla hasta cerca de 0.5% de humedad. El producto final es una mezcla homogénea de sólido exprimido y betún.

b) Asfalto o brea mineral emulsificada

Estas emulsiones son pequeñas gotitas de asfalto dispersadas en agua que son estabilizadas por agentes químicos emulsificantes. Las emulsiones se presentan como catiónicas o aniónicas. Este proceso incluye la adición de asfaltos emulsivos con una apropiada carga hidrofílica de desechos líquidos y semilíquidos a temperatura ambiente.

Después de la mezcla la emulsión termina y el agua en el desecho es liberada, y la parte orgánica forma una matriz asfalto hidrofílico alrededor del desecho sólido. Después de un tiempo suficiente, el asfalto sólido resultante tiene el desecho uniformemente distribuido y es impermeable al agua.

c) Cemento de Azufre modificado

Este cemento es un comercial material termoplástico. Fácilmente fundido a (127° a 149° C (260° a 300° F)) y mezclado con los desechos para formar una masa homogénea derretida que es descargada a un contenedor frío, para su disposición en este. La relativa baja temperatura usada en la emisión de sulfuro de azufre es lo que hace que presente valores sostenibles.

d) Extrusión con Polietileno

Esta extrusión abarca la mezcla de enlazantes de polietileno y materiales de desecho secos usando cilindros calentados conteniendo una mezcla y tiene transporte en giros de revolución. La mezcla homogénea calentada sale del cilindro donde es enfriada y solidificada. Las propiedades del polietileno hacen que produzca un compuesto muy estable y solidificado.

e) Cemento Portland

Es un proceso que consiste primariamente de silicatos de base pozzolanica que es como ceniza o polvo. Este material reacciona químicamente con el agua para formar matriz de cemento sólido la cual ayuda al manejo y características físicas del desecho. También incrementa el pH del agua la cual precipita e inmoviliza algunos metales pesados contaminantes. Este sistema es principalmente usado para contaminantes inorgánicos, con respecto a los contaminantes orgánico su efectividad varia.

f) Estabilización de la masa mineral

Este proceso es la adición de reactivos como escoria, material de cemento; para dejar a un peligroso constituyente con la menor movilidad y/o perdiendo su toxicidad. Esta masa mineral que lixivia el metal pesado u otros contaminantes esta establecida para inmovilizar este peligroso constituyente.

g) Fosfatos Solubles

Este método involucra la adición de varias formas de fosfatos y álcalis para el control de PH, para la formación de moléculas complejas de metal de baja solubilidad para inmovilizar al metal en un rango amplio de pH.

A diferencia de otros procesos de fosfatos solubles este no convierte el desperdicio en una masa dura monolítica. Una aplicación de este método es al inmovilizar por ejemplo al Plomo y al Cadmio en suelos.

h) Vitrificación / Vidrio Fundido

Vitrificación o vidrio fundido es un método de solidificación que emplea calor mayor a 1,200° C para fundir y convertir el material de desecho en vidrio u otros productos cristalinos. La alta temperatura destruye los constituyentes orgánicos con muy pocos subproductos. Materiales tales como metales pesados y radionucleidos son incorporados en estructura vidriosa la cual es relativamente fuerte, volviéndose la mezcla un material durable que es resistente a la lixiviación.

** Aplicabilidad de estos métodos:*

Esta tecnología para contaminantes es principalmente inorgánica incluyendo a los radionucleidos, tiene poca efectividad contra orgánicos y pesticidas excepto vitrificación la cual destruye muchos contaminantes orgánicos

** Limitaciones:*

Los factores que pueden variar la aplicabilidad y eficiencia del proceso son los siguientes:

- Las condiciones pueden afectar el periodo de inmovilización de los contaminantes.
- Algunos procesos traen como consecuencia gran incremento de volumen.
- Ciertos desechos son incompatibles con estos procesos mencionados. Son necesarios estudios para su tratamiento.
- Los desechos orgánicos generalmente no son inmovilizados
- El periodo de eficiencia no ha podido ser demostrado.

10.2.3) Excavación y disposición fuera del suelo contaminado

Este tipo de tratamiento se ha aplicado en forma intensiva en varios sitios, rellenando el lugar que ocupaban los materiales peligrosos, principalmente los desechos peligrosos, que se están haciendo cada vez más difíciles por el incremento de los controles de regulación, además que se prohíbe aplicarlos a zonas de gran extensión, gran profundidad o con una compleja hidrogeología, además la capacidad para desechos radioactivos y desechos mezclados es extremadamente limitada.

El material contaminado es removido y transportado a un lugar adecuado de tratamiento. En algunos casos se hacen pretratamientos para ver las restricciones del lugar de disposición del material.

** Aplicabilidad:*

Este proceso es aplicable a un rango completo de contaminantes. Incluso para desechos recolectados de ambientes de diferentes condiciones

** Limitaciones:*

Los factores que pueden variar la aplicabilidad y eficiencia del proceso son los siguientes:

- La generación de una emisión rápida que puede ser un problema para la operación.
- La distancia entre el lugar contaminado y el más cercano lugar de depósito de acuerdo a los permisos requeridos afectará en el costo.
- La profundidad y composición promedio requerida para la excavación debe ser considerada.

- El transporte del suelo a través de las áreas pobladas debe ser aceptada por la comunidad
- Las opciones para la disposición de ciertos materiales (desechos mezclados o desechos transuránidos) pueden ser limitadas, se tienen que hacer algunos trámites legales.

10.2.4) Extracción Ácida y Extracción con Solventes

a) Extracción Ácida

La extracción química en general no destruye el desperdicio, pero si separa al contaminante del suelo, sedimento, etc., la reducción del volumen del desechos peligrosos debe ser también tratado. La tecnología usa un extractor químico que generalmente es agua con algunos aditivos.

Usualmente se realiza separación física antes de la extracción química para que el suelo se encuentre más fino. Esta separación física puede acelerar el proceso ya que por ésta se extraen partículas de material pesado, si se encuentran presentes en el suelo.

Cuando la extracción se completa, los sólidos son transferido a un sistema de enjuague, para remover el ácido y el metal. La solución de extracción y el agua de enjuague se regenera usando materiales como hidróxido de sodio junto a floculantes que remueven el metal y reforman el ácido.

El metal pesado después es recuperado. En el proceso final se va eliminado el agua del suelo y mezclado con limos y fertilizante, para neutralizar el ácido residual.

b) Extracción con Solventes

La extracción Solvente es una forma común de la extracción química usando solventes orgánicos como el extractante.

Es comúnmente usada con otra tecnología como solidificación/estabilización, incineración dependiendo de las condiciones. Orgánicamente los metales enlazados pueden ser extraídos con los contaminantes orgánicos.

Trazas del solvente pueden quedar en la matriz del suelo tratado, por lo cual la toxicidad del solvente es de importante consideración; este proceso tiene una duración media.

** Aplicabilidad:*

Estos métodos son muy efectivo en el tratamiento de sedimentos, lodo mineral y suelos que contienen contaminantes orgánicos principalmente PCBs, VOCs, solventes halógenos y desechos de petróleo, aunque también puede ser usado en contaminantes inorgánicos, en el caso de la extracción ácida.

El proceso de extracción por solventes se ha demostrado que es aplicable para separación de contaminantes orgánicos en desechos de pintura de madera carbón, etc. y para la separación de lodo minero, desechos de pesticidas e insecticidas, etc.

La extracción ácida se puede usar en contaminantes orgánicos, pero es más adaptable para el tratamiento de sedimentos, lodo mineral y suelos contaminados por metales pesados.

* *Limitaciones:*

Los factores que pueden variar la aplicabilidad y eficiencia del proceso son los siguientes:

- Algunos tipos de suelo y los niveles de humedad pueden afectar en el desarrollo del proceso.
- El alto contenido de arcilla puede reducir la eficiencia de la extracción y requerir más tiempo del usual.
- Los metales enlazados orgánicamente pueden ser extraídos con contaminantes orgánicos los cuales dificultan el manejo de los residuos.
- La presencia de detergentes y emulsiones puede perjudicar la extracción.
- En los sólidos tratados pueden quedar trazas del solvente. La toxicidad del solvente debe tener una importante consideración.
- La extracción del solvente generalmente es menos efectiva en moléculas orgánicas pesadas y en sustancias hidrofílicas.
- Después de la extracción ácida los residuos ácidos en los suelos tratados deben ser neutralizados
- El costo del tratamiento puede resultar relativamente elevado; pero es más económico que otros para grandes áreas.

11) INTERPRETACIÓN

11.1) PARAMETRO FISICO-QUÍMICOS, SULFATOS Y TURBIDEZ

La Ley de Aguas se evalúa en el Uso I (Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección) y el Uso III (Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales), y excepcionalmente el Uso VI (Aguas de zona de Preservación de Fauna Acuática y Pesca Recreativa o Comercial) en el caso de la laguna Pelagatos. También se usan las tablas de la MADEP/EPA y la tabla de la Vida Acuática en el agua dulce.

11.1.1) Caudales

Agosto: El río Tablachaca al momento de llegar a la desembocadura, presenta un caudal de $8.1 \text{ m}^3 / \text{seg}$. Los afluentes que presentan los caudales más altos son: el río Santiago, el río Angasmarca y el río Conchucos. Con respecto a los caudales inferiores, los afluentes con menor caudal son: el río Ancos, el río Sarín y el río Plata. (Figura N° 13 y Tabla N°43).

Marzo: El río Tablachaca al momento de llegar a la desembocadura, presenta un caudal de $53.6 \text{ m}^3 / \text{seg}$. Los afluentes que presentan los caudales más altos son: el río Santiago, el río Angasmarca y el río Conchucos. Con respecto a los caudales inferiores, los afluentes con menor caudal son: el río Ancos, el río Sarín y el río Plata. (Figura N° 14 y Tabla N° 43)

Los ríos de mayor y menor caudal siguen siendo los mismos en la época de estiaje en Agosto y la época de lluvias en Marzo. El Caudal en la época de lluvias es aproximadamente 7 veces más que el caudal en la época de estiaje

11.1.2) PH

Para este caso las tablas usadas son:

- Tabla N° 11: Ley de Aguas (Uso I = NE, Uso III = NE y Uso VI = NE).
- Capítulo 8, definición: (Valor = 4.5 a 9)
- Tabla N° 19: Vida acuática en agua dulce (Valor = 6,5 a 9)

En Agosto: Para el caso de la definición, la Estación 5 (río Sarín) está debajo del límite. Para el caso de la vida acuática, ninguna Estación se encuentra en el rango para presentar vida acuática. (Figura N° 15, Figura N° 17 y Tabla N° 44).

En Marzo: Para el caso de la definición, todos se encuentran en el rango de pH; para el caso de la vida acuática, todos se encuentra en el rango para presentar vida en agua dulce. (Figura N° 16, Figura N° 17 y Tabla N° 44).

Los valores del pH tienden a ser más neutros y alcalinos en la época de lluvias, esto es debido a la dilución del ácido y posiblemente también a la erosión de roca carbonatada en el curso de los ríos. En ninguna Estación se dan las condiciones para puede existir vida en agua dulce con respecto al pH, ya que debe encontrarse el pH en el rango en cualquier época del año. Obs. Para el caso de la laguna Pelagatos, los organismos deben haberse adaptado a estas condiciones para poder subsistir.

11.1.3) Conductividad

La Conductividad esta relacionado con los SDT, $1 \text{ mg/L} \approx 1 \text{ us}$.

Para este caso las tabla usada es:

- Capítulo 8, definición: Cuenca Alta = 45 us, Cuenca Baja = 700 us.
- Tabla N° 16, (Uso para Irrigación = 500 a 3500 mg/L, Uso para el ganado = 3000 mg/L, Uso para el consumo humano = 250 mg/L).

La cuenca alta se considera desde el origen (laguna Pelagatos) hasta la desembocadura del río Conchucos al río Tablachaca. La cuenca baja es desde esta unión, hasta la desembocadura del río Tablachaca al río Santa.

En Agosto: Para el caso de Irrigación la Estación 12 (río Sacaycacha), la Estación 16 (río Boca Cabana), las Estaciones 17 y 18 (Desembocadura del río Ancos al río Tablachaca) y la Estación 19 (río Tablachaca antes de desembocar al río Santa); se encuentran en este rango.

Para el caso de bebida del ganado, el agua en todas las Estaciones se encuentran aptas para bebida del ganado según la conductividad. Para el caso del consumo humano la Estación 1 (laguna Pelagatos), la Estación 4 (río Tablachaca antes de río Sarín) y las Estaciones 6 y 7 (Desembocadura del río Conchucos al río Tablachaca) se encuentran debajo del límite, las demás Estaciones exceden el límite. En la cuenca alta todas las Estaciones exceden el límite, en la cuenca baja las Estaciones que sobrepasan el límite son la Estación 16 (río Boca Cabana) y la Estación 18 (río Ancos). (Figura N° 15, Figura N° 18 y Tabla N° 45).

En Marzo: Para el caso de Irrigación la Estación 16 es el único que se encuentra en el rango. Para el caso de bebida del ganado el agua en todas las Estaciones se encuentra apta para bebida del ganado según la conductividad.

Para el caso del consumo humano la Estación 12 (río Sacaycacha), la Estación 16 (río Boca Cabana), las Estaciones 17 y 18 (Desembocadura del río Ancos al río Tablachaca) se encuentran encima del límite, los demás Estaciones si están aptas según la conductividad. En la cuenca alta las dos estaciones tomadas sobrepasan el límite; pero en la cuenca baja ninguna estación sobrepasa el límite. (Figura N° 16, Figura N° 18 y Tabla N° 45).

La conductividad es menor en la época de lluvia debido a la dilución producida por la precipitación; mientras más ácida es el agua mayor es la conductividad. Las Estaciones que presentan alta conductividad en ambas épocas del año, es probable que contengan gran cantidad de sales en sus subcuencas.

11.1.4) Potencial Redox

Para este caso la tabla usada es:

- Capítulo 8, definición: Oxidante = mayor a 200 mv, Reductor = de 0 a 200 mv.

En Agosto: Las Estaciones 11 y 12 (desembocadura del río Sacaycacha al río Tablachaca), las Estaciones 15 y 16 (desembocadura del río Boca Cabana al río Tablachaca) y las Estaciones 19, 20, 21 (desembocadura del río Tablachaca al río Santa), se encuentran en un medio oxidante, mientras que las otras Estaciones se encuentran en un medio reductor. (Figura N° 15, Figura N° 19 y Tabla N° 46).

En Marzo: Todos se encuentran en un medio reductor. (Figura N° 16, Figura N° 19 y Tabla N° 46). El valor del Eh tiende a aumentar en la época de estiaje, pasando en muchos casos de un medio reductor a un medio oxidante, tiende a volverse más reductor con la dilución, se encuentra relacionado en forma inversa con el pH.

11.1.5) Sulfatos

Para este caso la tabla usada es:

- Tabla N° 11 : Ley de Aguas (Uso I = NE, Uso III = 400 mg/L y Uso VI = NE).

En Agosto: Según la Ley de Aguas solo la Estación 18 (río Ancos) sobrepasa el límite. (Figura N° 20, Figura N° 22 y Tabla N° 47).

En Marzo: Según la Ley de Aguas la presencia de Sulfatos se encuentra en los límites en todas las Estaciones. (Figura N° 21, Figura N° 22 y Tabla N° 47).

11.1.6) Turbidez

La Turbidez esta relacionado con los SST, $1 \text{ mg/L} \approx 100 \text{ NTU}$.

- Capítulo 8, definición: Cuenca Alta = 5 NTU, Cuenca Baja = 50 NTU.
- Tabla N° 19, Vida acuática en agua dulce: valor = $10 \text{ mg/L} \approx 1000 \text{ NTU}$.

El río Tablachaca ha sido siempre considerado por los hidrólogos, como un río de alta turbidez en cualquier época del año. La cuenca alta se considera desde el origen (laguna Pelagatos) hasta la desembocadura del río Conchucos al río Tablachaca. La cuenca baja es desde esta unión, hasta la desembocadura del río Tablachaca al río Santa. La turbidez se incrementa en gran manera en la época de lluvias. (Plano N° 6 y Plano N° 7)

Agosto: Solo la Estación 16 (río Boca Cabana) se encuentra muy por encima del límite, la Estación 12 (río Sacaycacha) se encuentra en el límite. En la cuenca alta la Estación 5 (río Sarín) supera ampliamente el límite; en la cuenca baja todos las Estaciones los superan excepto la Estación 10 (río Tablachaca después de la desembocadura del río Angasmarca) y el 18 (río Ancos). (Figura N° 20, Figura N° 23 y Tabla N° 48).

Marzo: Casi todos las Estaciones pasan el límite de turbidez, solamente se encuentra en el límite las Estaciones 6 y 7 (desembocadura del río Conchucos al río Tablachaca), la Estación 12 (río Sacaycacha) y la Estación 20 (río Santa antes de la desembocadura del río Tablachaca). En la cuenca alta las dos Estaciones muestreadas exceden el límite; en la cuenca baja todos las Estaciones también excede el límite. (Figura N° 21, Figura N° 23 y Tabla N° 48).

CAUDALES EN EL MES DE AGOSTO

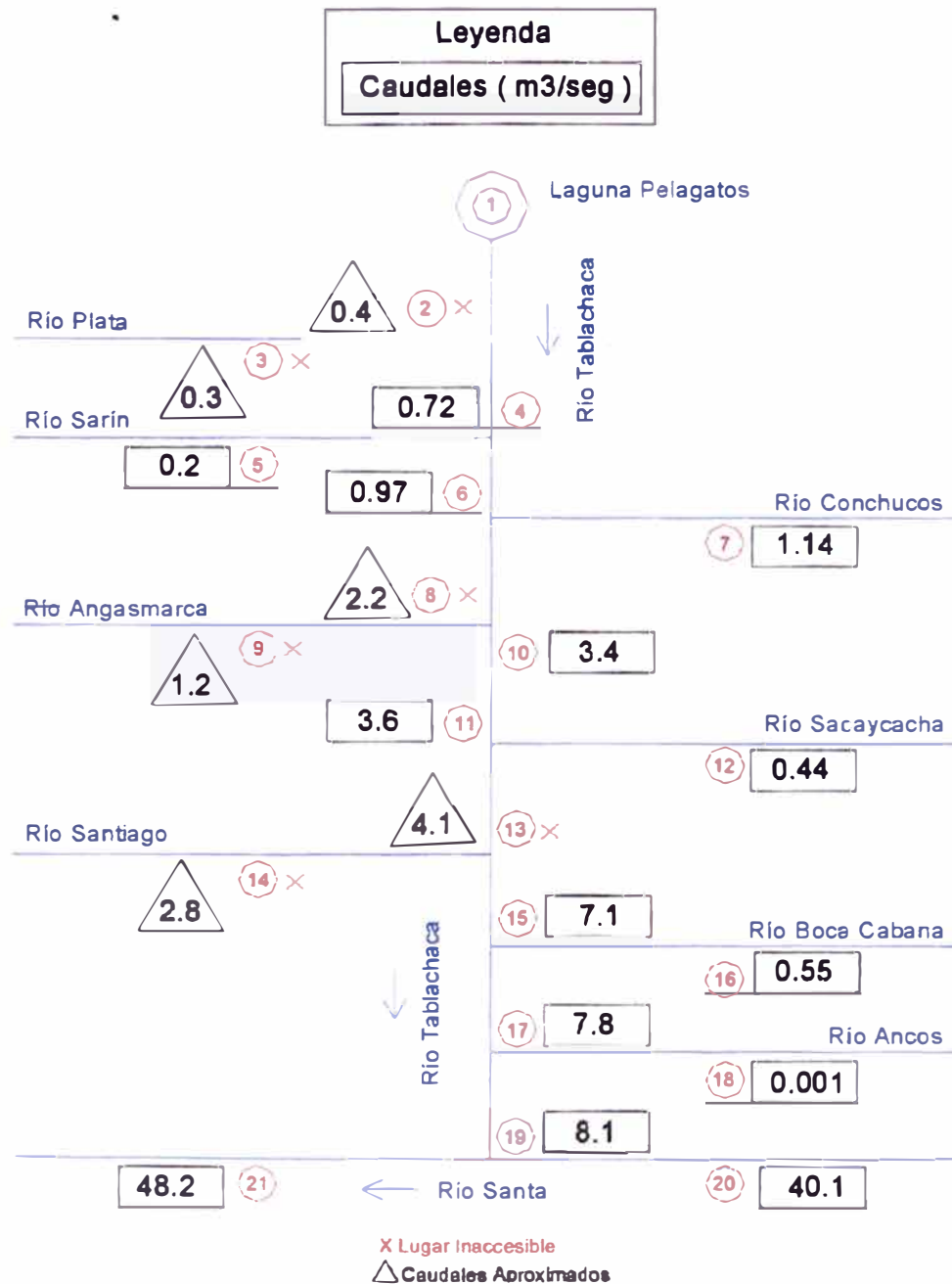


Figura N° 13

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS (AGOSTO)

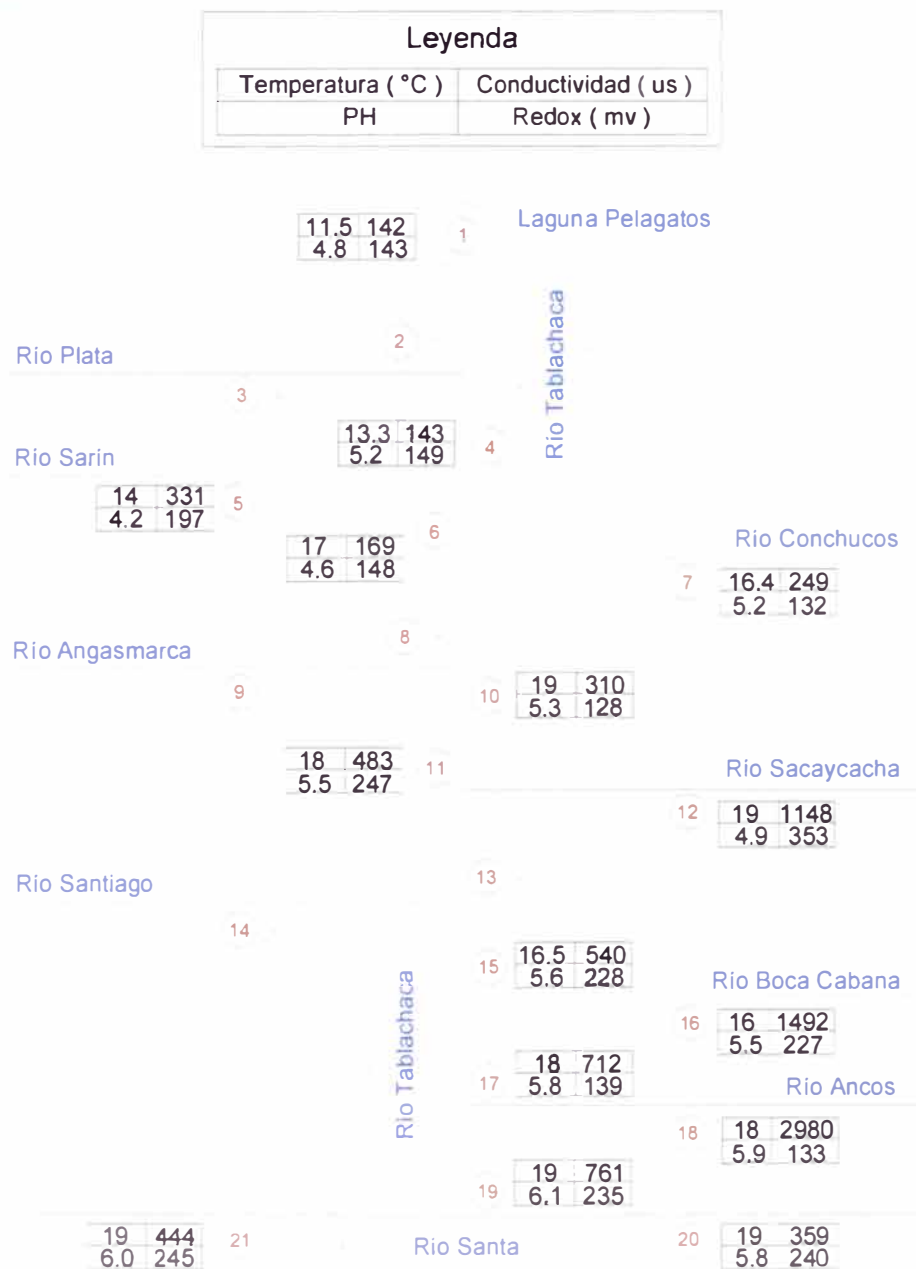


Figura N° 15

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS (MARZO)

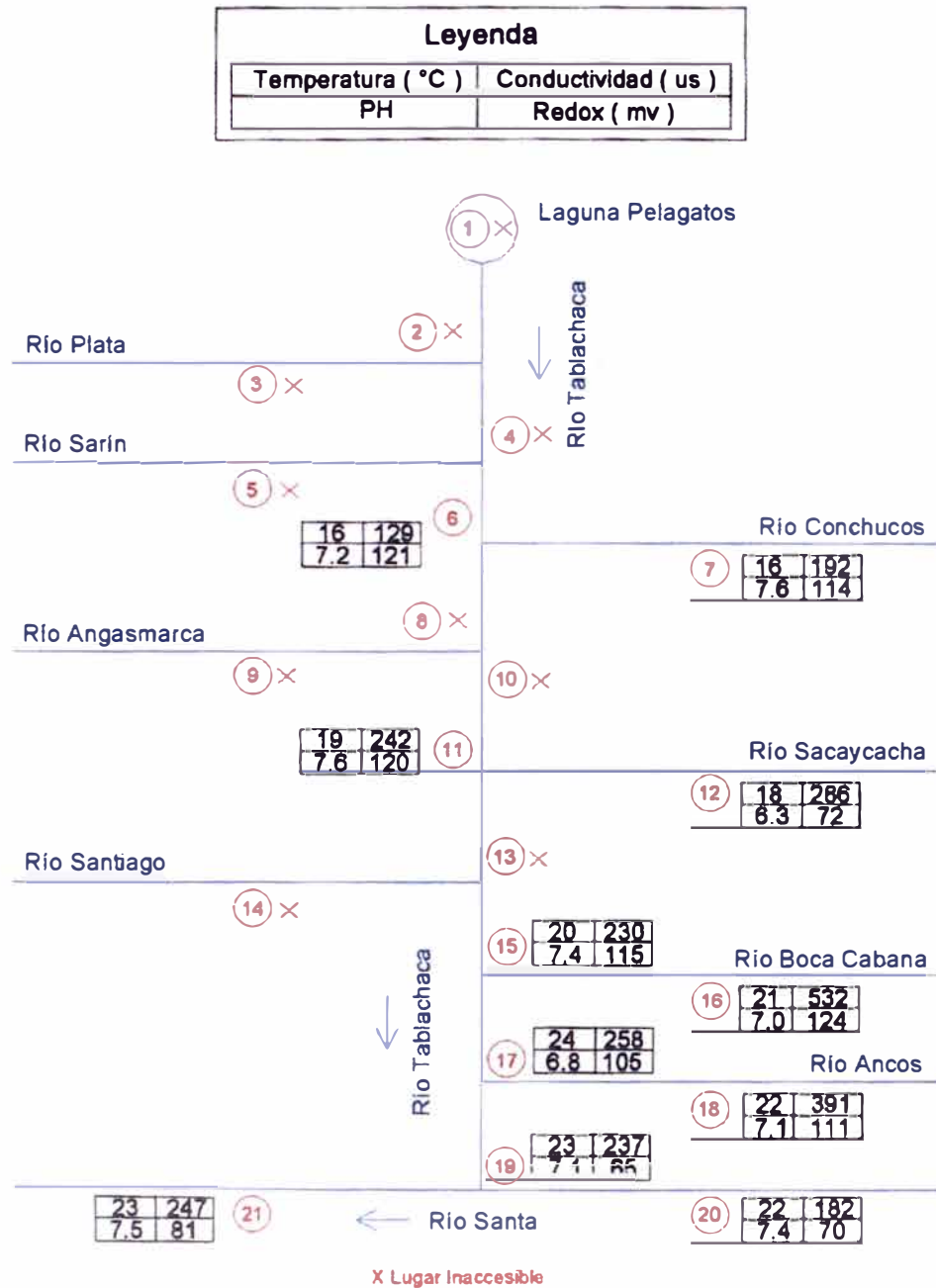
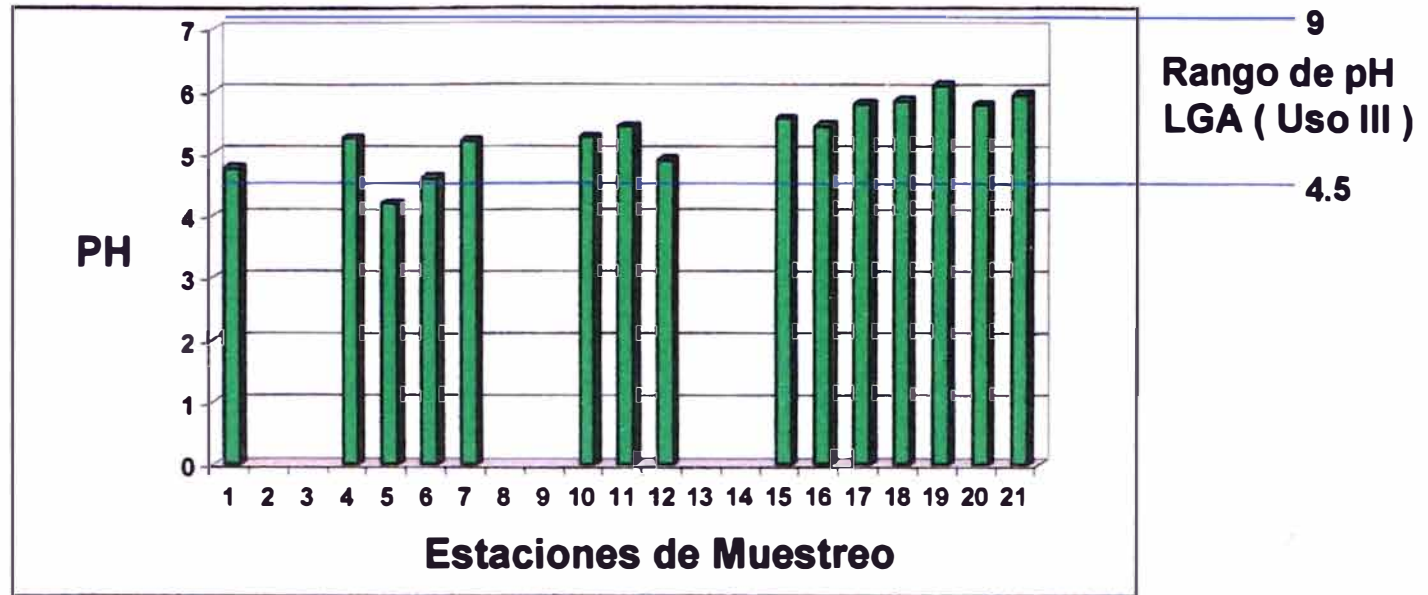


Figura Nº 16

VARIACIÓN DE PH (AGOSTO Y MARZO)

Agosto
(Estiaje)



Marzo
(Lluvia)

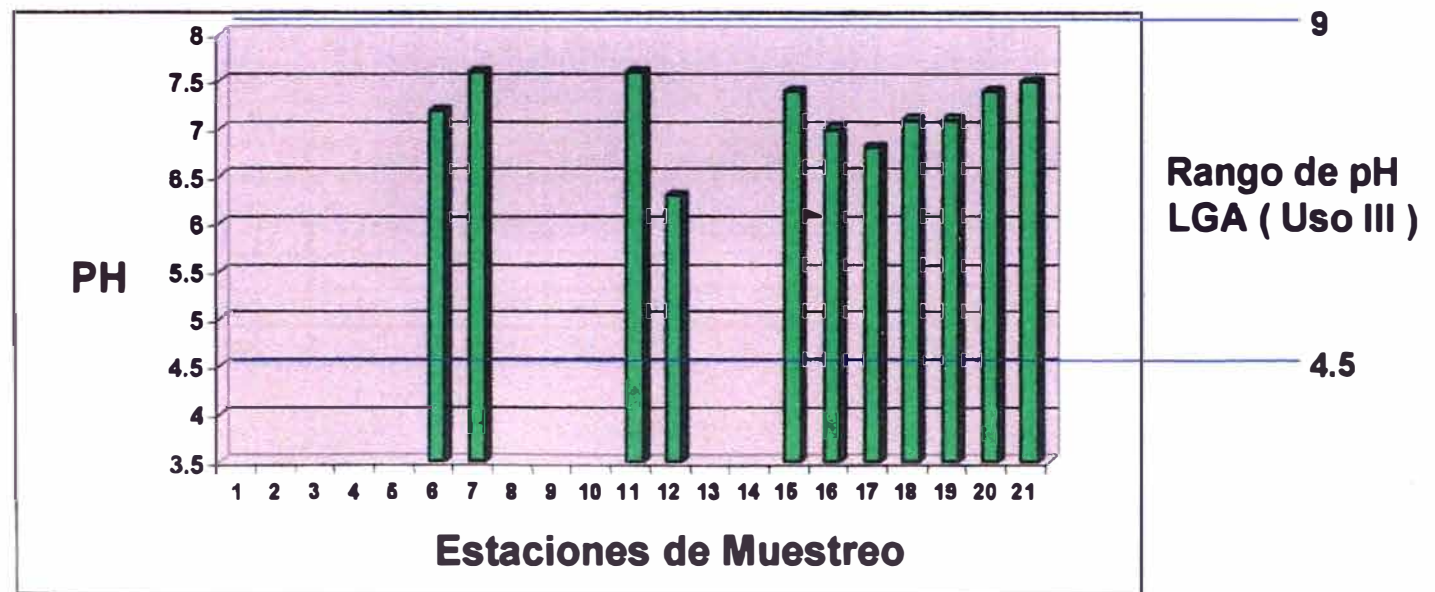


Figura N° 17

INTERPRETACIÓN DE LOS CAUDALES (AGOSTO Y MARZO)

	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Cantidad	(-)	B	B	B	B	B	B	B	M	B	M	(-)	M	A	A

Tabla N° 43

	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Cantidad	B	B	B	B	M	B	M	B	M	A	A

* La Comparación se hace con respecto al caudal de los ríos de la costa en dicha época del año.

INTERPRETACIÓN DEL PH (AGOSTO Y MARZO)

		Límite	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Ley de Aguas	Uso I	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Uso III	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Uso VI	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Capítulo 8	Definición	4.5 y 9	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Vida Acuática	Agua Dulce	6.5 y 9	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

		Límite	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Ley de Aguas	Uso I	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Uso III	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Uso VI	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Capítulo 8	Definición	4.5 y 9	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Vida Acuática	Agua Dulce	6.5 y 9	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Caudales

A : Alto

M : Mediano

B : Bajo

(-) : Muy Bajo o Nulo

SI : Pasan el límite

NO : No pasan el límite

NE : No se especifica límite

Tabla N° 44

VARIACIÓN DE CONDUCTIVIDAD (AGOSTO Y MARZO)

Agosto
(Estiaje)



Marzo
(Lluvia)

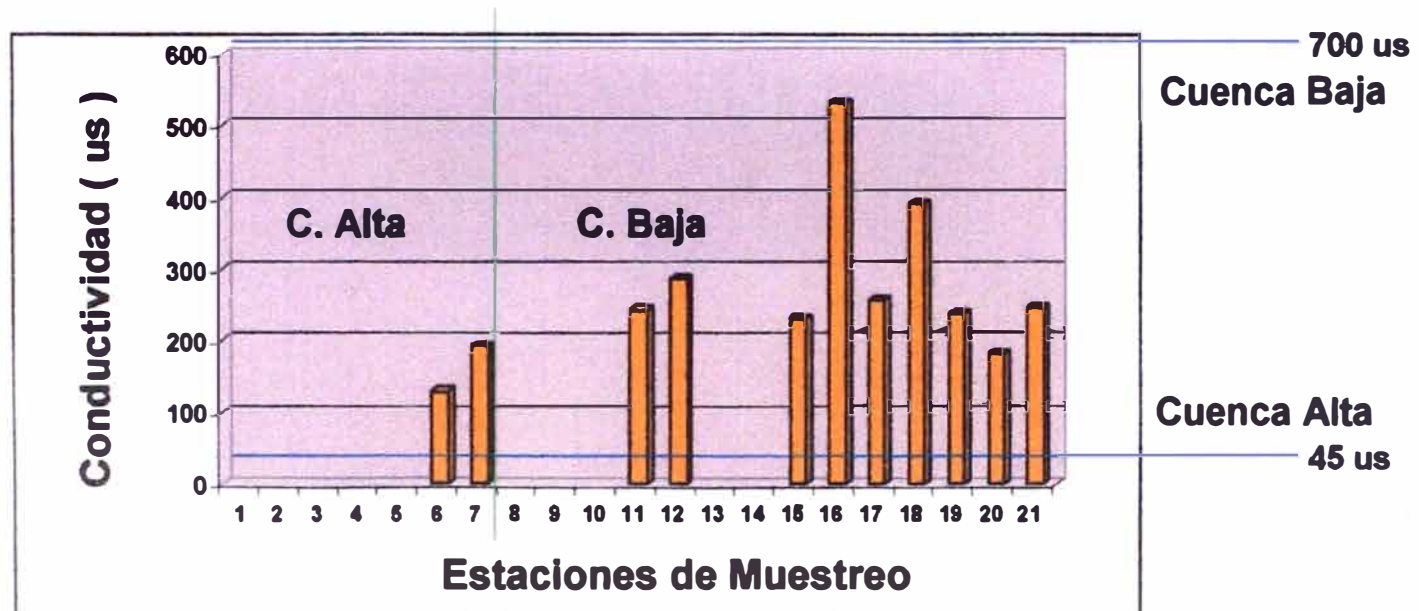


Figura N° 18

VARIACIÓN DE REDOX (AGOSTO Y MARZO)

Agosto
(Estiaje)



Medio Oxidante
200 mv
Medio Reductor

Marzo
(Lluvia)



Medio Oxidante
200 mv
Medio Reductor

INTERPRETACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD (AGOSTO Y MARZO)

		Límite	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
MADEP / EPA	Irigación	500 a 3500 mg/L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
	Ganado	3000 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Consumo Humano	250 mg/L	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Capítulo 8	Cuenca Alta	45 us	SI	SI	SI	SI	SI										
	Cuenca Baja	700 us						NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO

		Límite	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
MADEP / EPA	Irigación	500 a 3500 mg/L	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
	Ganado	3000 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Consumo Humano	250 mg/L	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Capítulo 8	Cuenca Alta	45 us	SI	SI									
	Cuenca Baja	700 us					NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Tabla N° 45

INTERPRETACIÓN DEL POTENCIAL REDOX (AGOSTO Y MARZO)

		Límite	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Capítulo 8	Definición	200 mv	R	R	R	R	R	R	O	O	O	O	R	R	O	O	O

		Límite	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Capítulo 8	Definición	200 mv	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

Potencial Redox
O : Medio Oxidante
R : Medio Reductor

SI : Pasan el límite
NO : No pasan el límite
NE : No se especifica límite

Tabla N° 46

SULFATOS Y TURBIDEZ (AGOSTO)

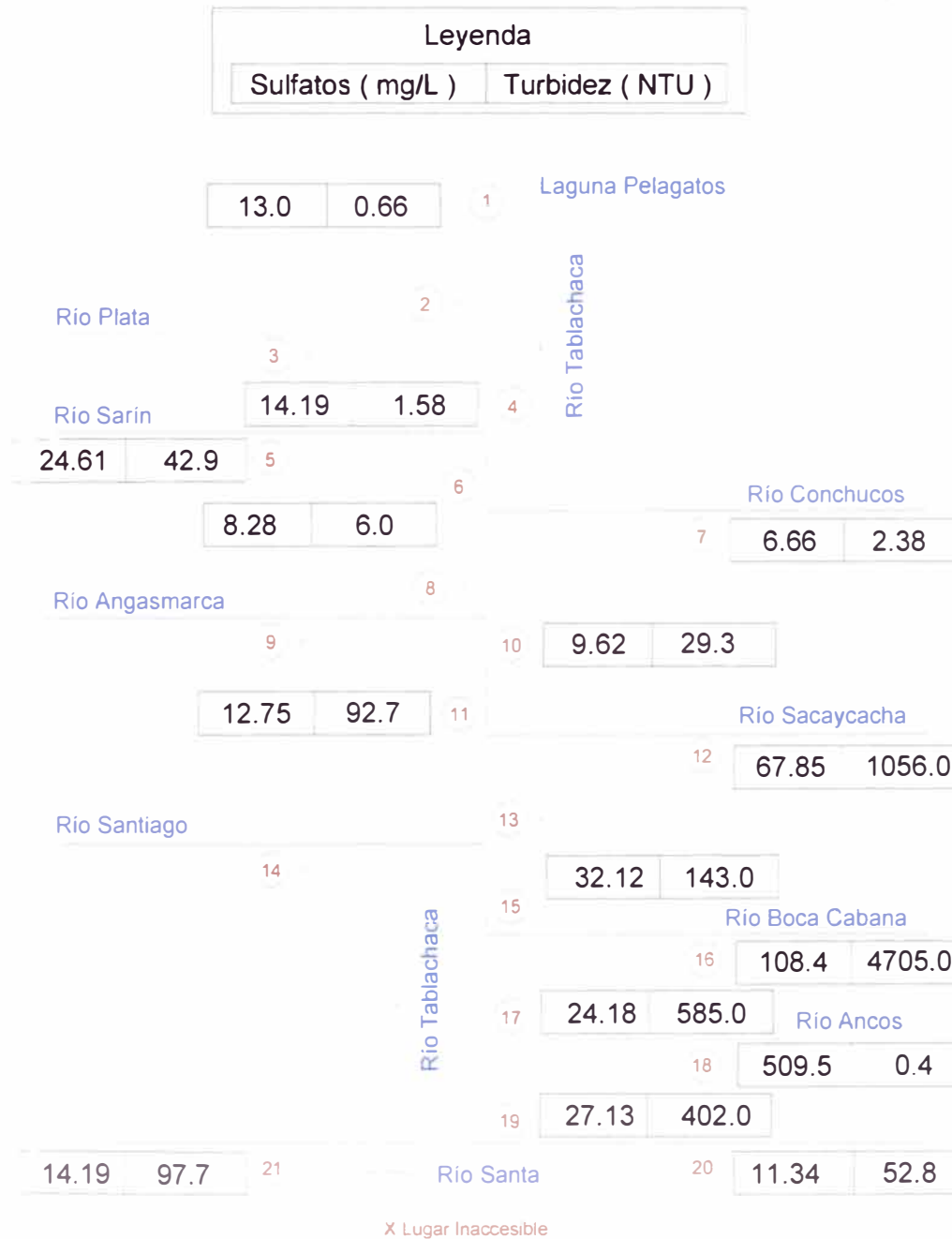
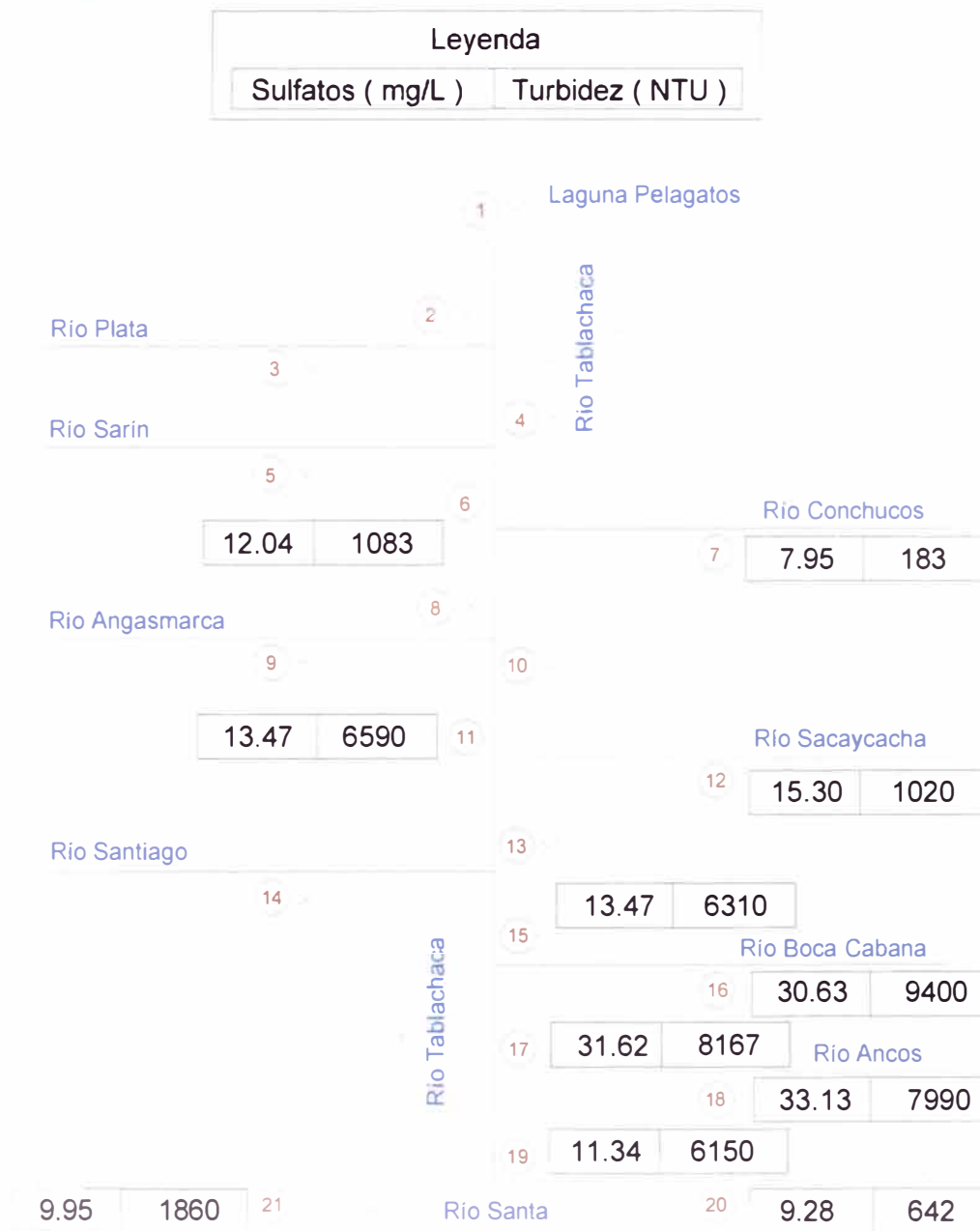


Figura N° 20

SULFATOS Y TURBIDEZ (MARZO)

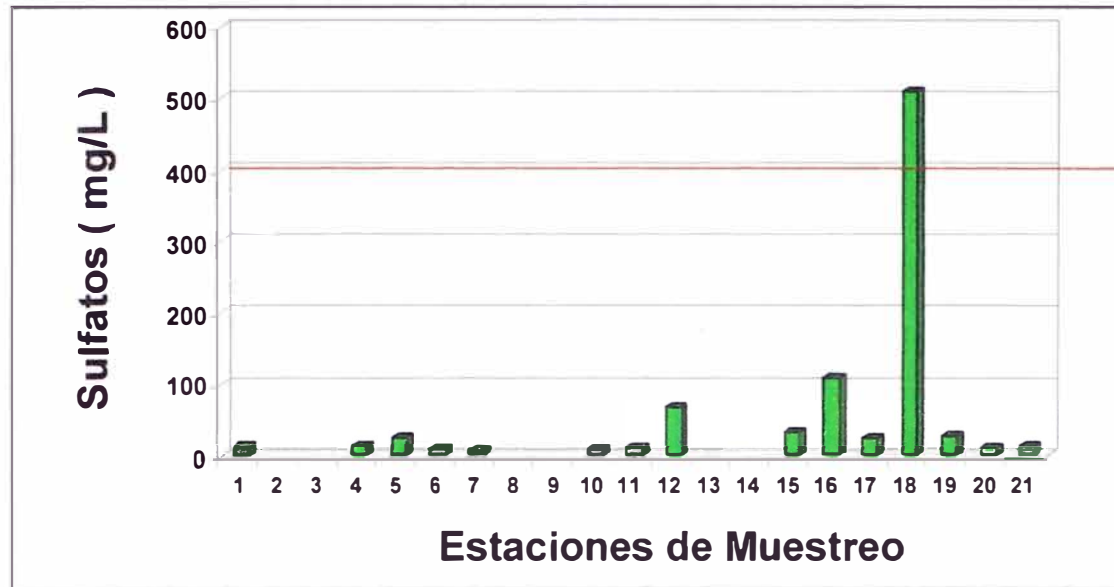


X Lugar Inaccesible

Figura N° 21

VARIACIÓN DE SULFATOS (AGOSTO Y MARZO)

Agosto
(Estiaje)



LGA (Uso III)
400 mg/L

Marzo
(Lluvia)



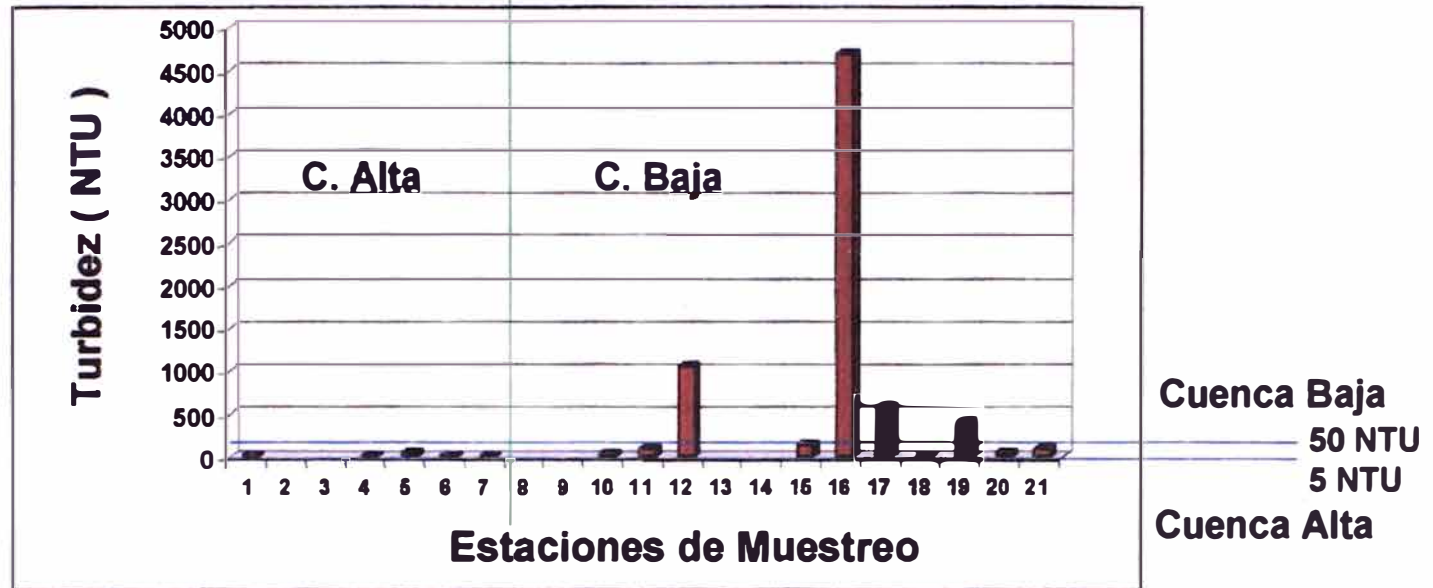
LGA (Uso III)
400 mg/L

Figura N° 22

Obs LGA (Uso III): Agua para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.

VARIACIÓN DE TURBIDEZ (AGOSTO Y MARZO)

Agosto
(Estiaje)



Marzo
(Lluvia)

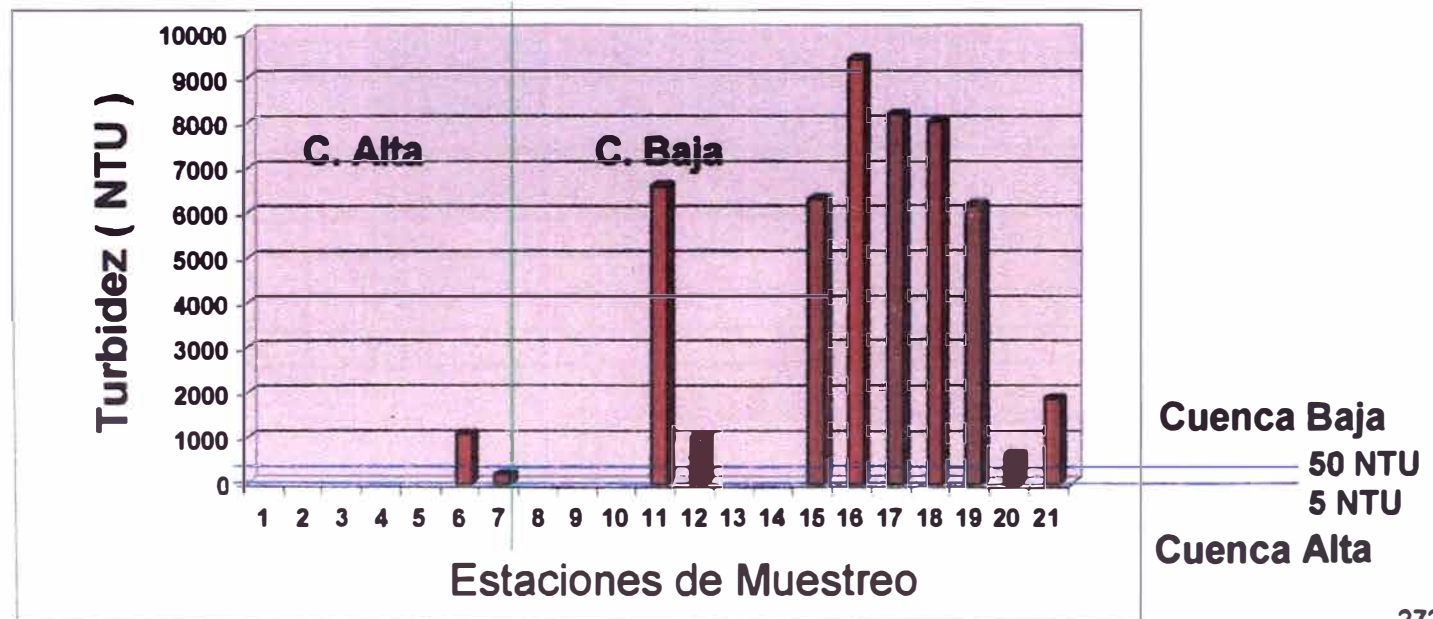


Figura Nº 23

INTERPRETACIÓN DE LOS SULFATOS (AGOSTO Y MARZO)

		Límite	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Ley de Aguas	Uso I	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Uso III	400 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO
	Uso VI	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

		Límite	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Ley de Aguas	Uso I	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Uso III	400 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso VI	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tabla N° 47

INTERPRETACIÓN DE LA TURBIDEZ (AGOSTO Y MARZO)

		Límite	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Vida Acuática	Agua Dulce	1000 NTU	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Capítulo 8	Cuenca Alta	5 NTU	NO	NO	SI	SI	NO										
	Cuenca Baja	50 NTU						NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI

		Límite	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Vida Acuática	Agua Dulce	1000 NTU	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Capítulo 8	Cuenca Alta	5 NTU	SI	SI									
	Cuenca Baja	50 NTU				SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

SI : Pasan el límite
NO : No pasan el límite
NE : No se especifica límite

Tabla N° 48

11.2) METALES EN AGUA

Para el estudio de metales en agua existen varias tablas de comparación, sin embargo la más usada para cuerpos receptores es la Ley de Aguas, para este caso en el Uso I (Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección) y el Uso III (Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales), y excepcionalmente el Uso VI (Aguas de zona de Preservación de Fauna Acuática y Pesca Recreativa o Comercial) en el caso de la laguna Pelagatos. La Contaminación en Agua (Uso III), se observa en el Plano N° 6 y en el Plano N° 7.

11.2.1) Cobre

Para este caso las tablas usadas son:

- Tabla N° 11: Ley de Aguas (Uso I = 1mg/L, Uso III = 0.5 mg/L y Uso VI = NE).
- Tabla N° 14: Salud Humana, USA (Agua y Alimento = NE y Solo Alimento = NE).
- Tabla N° 15: Según la OMS, para agua de abastecimiento (Valor Guía = NE).
- Tabla N° 16: Según la MADEP/EPA (Uso para Irrigación = NE, Uso para el ganado = NE, Uso para el consumo humano = NE).
- Tabla N° 17: Calidad de agua potable en Canadá, para la salud humana (Valor = NE).
- Tabla N° 18: Lagos y Lagunas (Vida acuática = 5 ug/L).
- Tabla N° 19: Vida acuática en agua dulce (Valor para dureza mayor a 180 mg/L = 4 ug/L).

Obs: NE: No se especifica límite.

Agosto

Todos las Estaciones están debajo del límite según la Ley de Aguas; pero todos las Estaciones a excepción de la Estación 1 (laguna Pelagatos) y la estación 7 (río Conchucos) están encima del límite para la vida acuática en agua dulce.

La Estación 1 y la Estación 7 cumplen todas las condiciones respecto al cobre. (Figura N° 24, Figura N° 26, Tabla N° 49).

Marzo

Todas las Estaciones se encuentran debajo del límite según la Ley de Aguas; pero todos los Estaciones están encima del límite para la vida acuática en agua dulce. (Figura N° 25, Figura N° 26, Tabla N° 49).

11.2.2) Plomo

Para este caso las tablas usadas son:

- Tabla N° 11: Ley de Aguas (Uso I =0.05 mg/L, Uso III = 0.1 mg/L y Uso VI = 0.03 mg/L).
- Tabla N° 14: Salud Humana, USA (Agua y Alimento = 50 ug/L y Solo Alimento = NE).
- Tabla N° 15: Según la OMS, para agua de abastecimiento (Valor Guía = 0.05 mg/L)
- Tabla N° 16: Según la MADEP/EPA (Uso para Irrigación = 0.200 mg/L, Uso para el ganado = 0.100 mg/L, Uso para el consumo humano = 0.015 mg/L).
- Tabla N° 17: Calidad de agua potable en Canadá, para la salud humana (Valor = 0.05 mg/L).
- Tabla N° 18: Lagos y Lagunas (Vida acuática =NE .)
- Tabla N° 19: Vida acuática en Agua dulce (Valor para dureza mayor a 180 mg/L = 7 ug/L).

Obs: NE: No se especifica límite.

Agosto

La Estación 16 (río Boca Cabana) sobrepasa todos los límites para el plomo excepto el límite de Irrigación propuesto por MADEP/EPA . Las Estaciones 12 (río Sacaycacha), 15 (río Tablachaca antes del río Boca Cabana), 17 (río Tablachaca antes del río Ancos); también superan algunos de los límites de Plomo, como el de consumo humano y el de fauna acuática.

Las Estaciones 5 (río Sarín), 6, 7 (Desembocadura del río Conchucos al río Tablachaca), 10 (río Tablachaca, después del río Angasmarca), 11 (río Tablachaca antes del río Boca Sacaycacha), 18 (río Ancos) y 20 (río Santa antes del río Tablachaca) están prácticamente limpios de plomo incluso permiten la vida acuática en sus aguas según el plomo; la Estación 1 (laguna de Pelagatos), presenta fauna acuática; sin embargo no cumple las condiciones de vida acuática en agua dulce, según el plomo. (Figura N° 27, Figura N° 29, Tabla N° 50).

Marzo

En la época de lluvias casi todos los límites de plomo son superados en todas las Estaciones, solo se encuentran aptas para la irrigación algunas Estaciones. Las Estaciones 7 (río Conchucos) y 12 (río Sacaycacha) son las únicas que se encuentran dentro de algunos de los rangos. Ninguna Estación presenta agua apta para el consumo humano, ni para la vida acuática. (Figura N° 28, Figura N° 29, Tabla N° 50).

11.2.3) Cadmio

Para este caso las tablas usadas son:

- Tabla N° 11: Ley de Aguas (Uso I = 0.01mg/L, Uso III = 0.05 mg/L y Uso VI = 0.004).

- Tabla N° 14: Salud Humana, USA (Agua y Alimento = 10 ug/L y Solo Alimento = NE).
- Tabla N° 15: Según la OMS, para agua de abastecimiento (Valor Guía = 0.005 mg/L)
- Tabla N° 16: Según la MADEP/EPA (Uso para Irrigación = 0.005 mg/L, Uso para el ganado = 0.080 mg/L, Uso para el consumo humano = 0.005 mg/L)
- Tabla N° 17: Calidad de agua potable en Canadá, para la salud humana (Valor = 0.005 mg/L)
- Tabla N° 18: Lagos y Lagunas (Vida acuática = 0.2 ug/L)
- Tabla N° 19: Vida acuática en Agua dulce (Valor para dureza mayor a 180 mg/L = 1.8 ug/L).

Obs: NE: No se especifica límite.

Agosto

Todos las Estaciones están dentro de los límites de Cadmio excepto la Estación 16 (río Boca Cabana) que no se encuentra apta para la salud humana, el consumo humano y la vida acuática. La Estación 12 (río Sacaycacha) no cumple tampoco los límites de la vida acuática. (Figura N° 30, Figura N° 32, Tabla N° 51).

Marzo

Todas las Estaciones están dentro de los límites de Cadmio, solo la Estación 17 (río Tablachaca antes del río Ancos) no se encuentra apta para la vida acuática en agua dulce, según el cadmio. (Figura N° 31, Figura N° 32, Tabla N° 51)

11.2.4) Arsénico

Para este caso las tablas usadas son:

- Tabla N° 11: Ley de Aguas (Uso I = 0.1mg/L, Uso III = 0.2 mg/L y Uso VI = 0.05 mg/L).
- Tabla N° 14: Salud Humana, USA (Agua y Alimento = 0.0022 ug/L y Solo Alimento = 0.018 ug/L).
- Tabla N° 15: Según la OMS, para agua de abastecimiento (Valor Guía = 0.05 mg/L)
- Tabla N° 16: Según la MADEP/EPA (Uso para Irrigación = 0.100 mg/L, Uso para el ganado = 0.025 mg/L, Uso para el consumo humano = 0.05 mg/L)
- Tabla N° 17: Calidad de agua potable en Canadá, para la salud humana (Valor = 0.05 mg/L)
- Tabla N° 18: Lagos y Lagunas (Abastecimiento de agua potable = 50 ug/L)
- Tabla N° 19: Vida acuática en Agua dulce (Valor = 0.05 mg/L).

Obs: NE: No se especifica límite.

Agosto

Ninguna Estación se encuentra apta según la tabla de salud humana en USA. La Estación 16 (río Boca Cabana), supera todos los límites según las tablas.

Las Estaciones 10 (río Tablachaca después del río Angasmarca), 11 (río Tablachaca antes del río Sacaycacha), 17 (río Tablachaca antes del río Ancos), 19 (río Tablachaca antes de desembocar al río Santa) y 21 (río Santa después del río Tablachaca) superan casi todos los límites solo son aptas para la irrigación según la MADEP/EPA; pero según la ley de aguas se encuentran en los límites.

Las Estaciones más limpias en arsénico son las Estaciones 4 y 5 (Desembocadura del río Sarín al río Tablachaca) además de las Estaciones 6 y 7 (Desembocadura del río Conchucos al río Tablachaca) (Figura N° 33, Figura N° 35, Tabla N° 52).

Marzo

La contaminación por arsénico es mucho mayor en esta época que en la época de estiaje. Ninguna Estación se encuentra apta según la tabla de salud humana en USA; las Estaciones 11 (río Tablachaca antes del río Sacaycacha), 15 (río Tablachaca antes del río Boca Cabana), 17 (río Tablachaca antes del río Ancos) y 19 (río Tablachaca antes de desembocar al río Santa) superan los límites de arsénico en todas las tablas.

Las Estaciones 16 (río Boca Cabana) y 21 (río Santa después del río Tablachaca) solo están aptas para consumo de ganado y riego según la ley de aguas. Las Estaciones 6 y 7 (Desembocadura del río Conchucos al río Tablachaca), 12 (río Sacaycacha) y 20 (río Santa antes del río Tablachaca) son las más limpias en arsénico en esta época del año. (Figura N° 34, Figura N° 35, Tabla N° 52).

11.2.5) Mercurio

Para este caso las tablas usadas son:

- Tabla N° 11: Ley de Aguas (Uso I = 0.002 mg/L, Uso III = 0.01 mg/L y Uso VI = 0.0002 mg/L).
- Tabla N° 14: Salud Humana, USA (Agua y Alimento = 0.144 ug/L y Solo Alimento = 0.146 ug/L).
- Tabla N° 15: Según la OMS, para agua de abastecimiento (Valor Guía = 0.001 mg/L)
- Tabla N° 16: Según la MADEP/EPA (Uso para Irrigación = NE, Uso para el ganado = 0.003 mg/L, Uso para el consumo humano = 0.002 mg/L)
- Tabla N° 17: Calidad de agua potable en Canadá, para la salud humana (Valor = 0.001 mg/L)

- Tabla N° 18: Lagos y Lagunas (Vida acuática y aves = 0.2 ug/L)

- Tabla N° 19: Vida acuática en Agua dulce (Valor = 0.1 ug/L).

Obs: NE: No se especifica límite.

Agosto

Ninguna Estación se encuentra apta para la vida en agua dulce, con respecto a la Salud Humana USA, solo la Estación 19 (río Tablachaca antes de desembocar al río Santa) esta apta. La Estación que presenta mayor cantidad de mercurio es la Estación 12 (río Sacaycacha), sin embargo solo supera algunos de los límites.

La Estación 1 (laguna Pelagatos), no se encuentra apta para la vida acuática, sin embargo presenta fauna acuática. La Estación más limpia de mercurio es la Estación 19. (Figura N° 36, Figura N° 38, Tabla N° 53).

Marzo

Ninguna Estación se encuentra apta para la vida en agua dulce, ni para la Salud Humana USA. El mercurio aumenta en esta época del año. La Estación 17 (río Tablachaca antes del río Ancos) es la Estación más contaminada de mercurio, solo se encuentra apta para bebida de ganado y según la ley de aguas, también para irrigación.

Las Estaciones 11 (río Tablachaca antes del río Sacaycacha), 15 y 16 (Desembocadura del río Boca Cabana al río Tablachaca) y 18 (río Ancos) también superan algunos de los límites como el de la OMS en abastecimiento y el del agua potable para la salud humana en Canadá. (Figura N° 37, Figura N° 38, Tabla N° 53).

CONC. DE COBRE EN AGUA (AGOSTO)

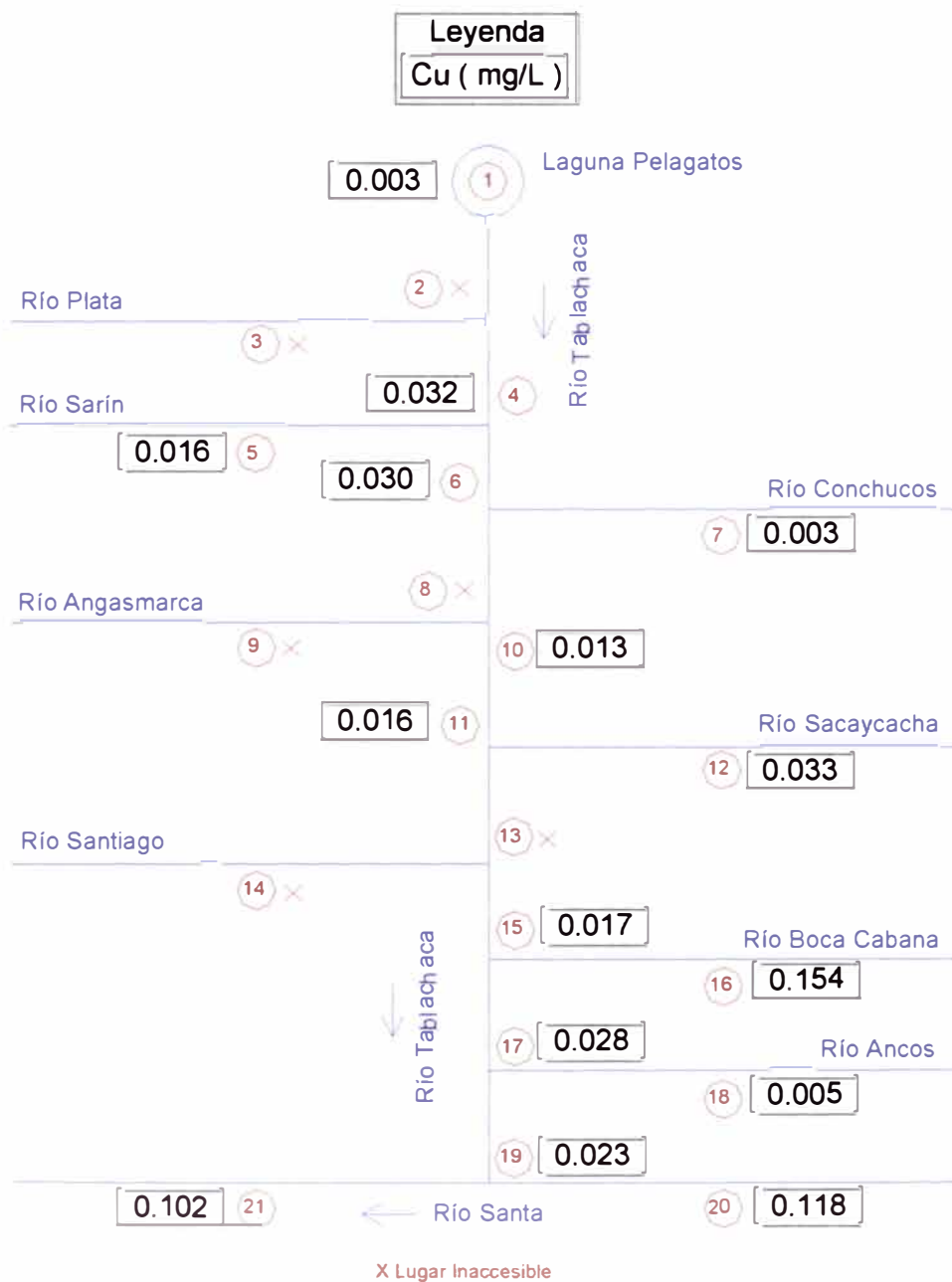


Figura N° 24

CONC. DE COBRE EN AGUA (MARZO)

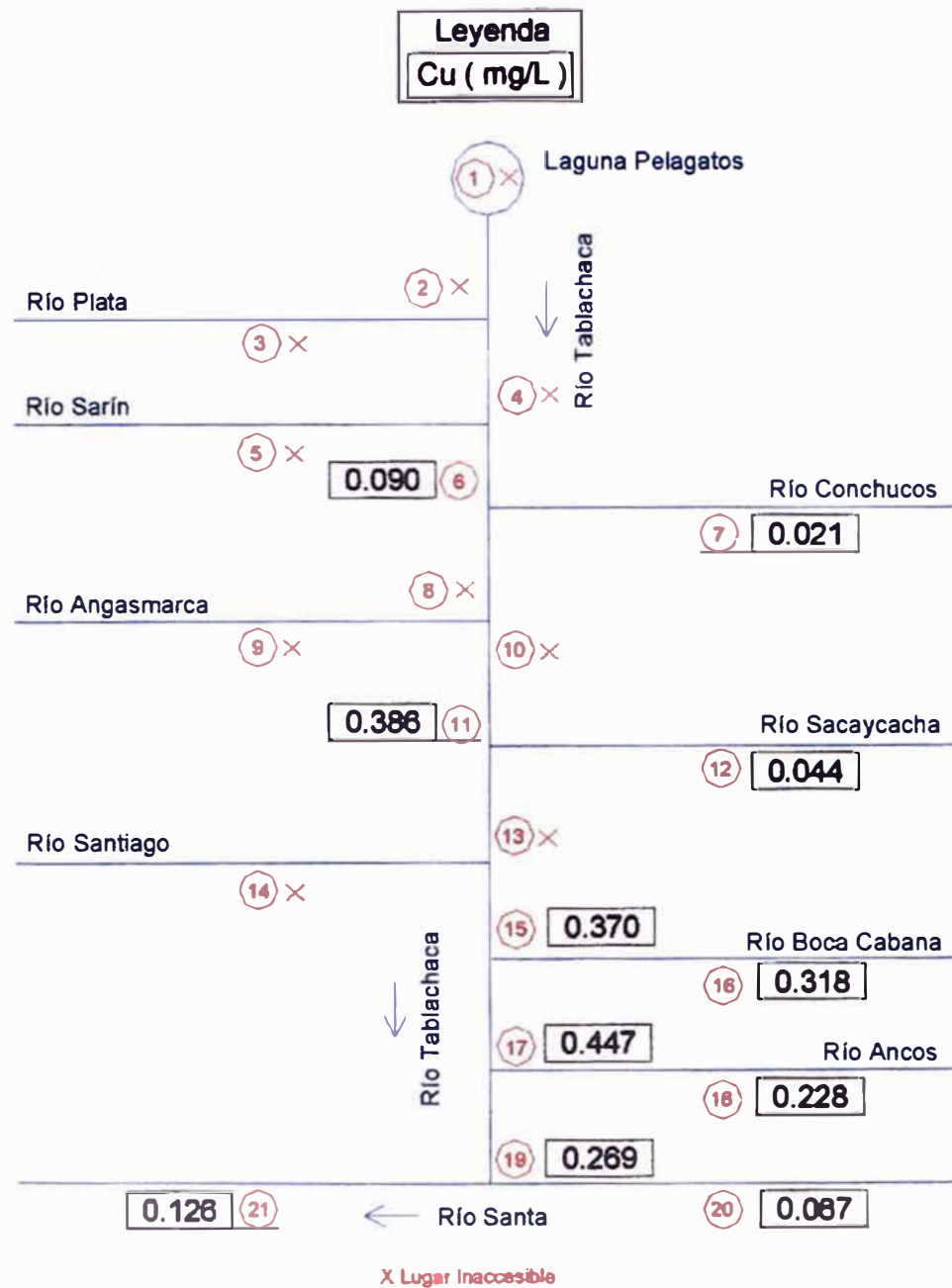


Figura Nº 25

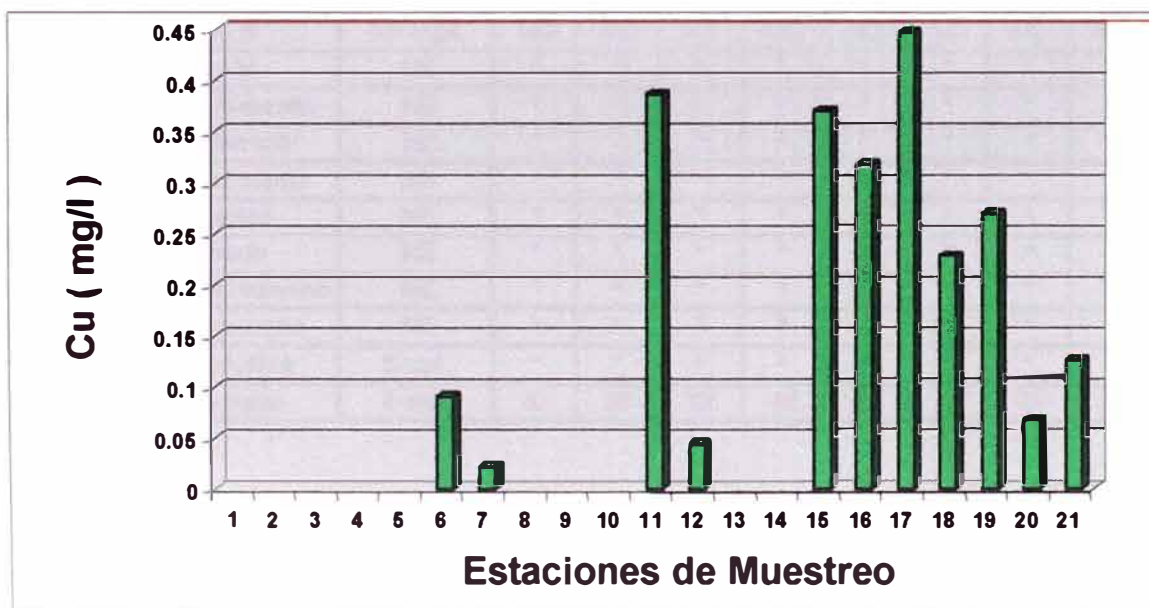
VARIACIÓN DE COBRE EN AGUA (AGOSTO Y MARZO)

Agosto
(Estiaje)



LGA (Uso III)
0.5 mg/L

Marzo
(Lluvia)



LGA (Uso III)
0.5 mg/L

INTERPRETACIÓN DEL COBRE EN AGUA (AGOSTO Y MARZO)

		Límite	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Ley de Aguas	Uso I	1 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso III	0. 5mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso VI	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Salud Humana USA	Agua y Alimento	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Solo Alimento	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
OMS	Abastecimiento	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MADEP / EPA	Irrigación	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Ganado	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Consumo Humano	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Agua Potable, Canada	Salud Humana	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Lagos y Lagunas, USA	Vida acuática	5 ug/L	NO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Vida acuática	Agua dulce	4 ug/L	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

		Límite	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Ley de Aguas	Uso I	1 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso III	0. 5mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso VI	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Salud Humana USA	Agua y Alimento	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Solo Alimento	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
OMS	Abastecimiento	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MADEP / EPA	Irrigación	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Ganado	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Consumo Humano	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Agua Potable, Canada	Salud Humana	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Lagos y Lagunas, USA	Vida acuática	5 ug/L	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Vida acuática	Agua dulce	4 ug/L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

SI : Pasan el límite
NO : No pasan el límite
NE : No se especifica límite

CONC. DE PLOMO EN AGUA (AGOSTO)

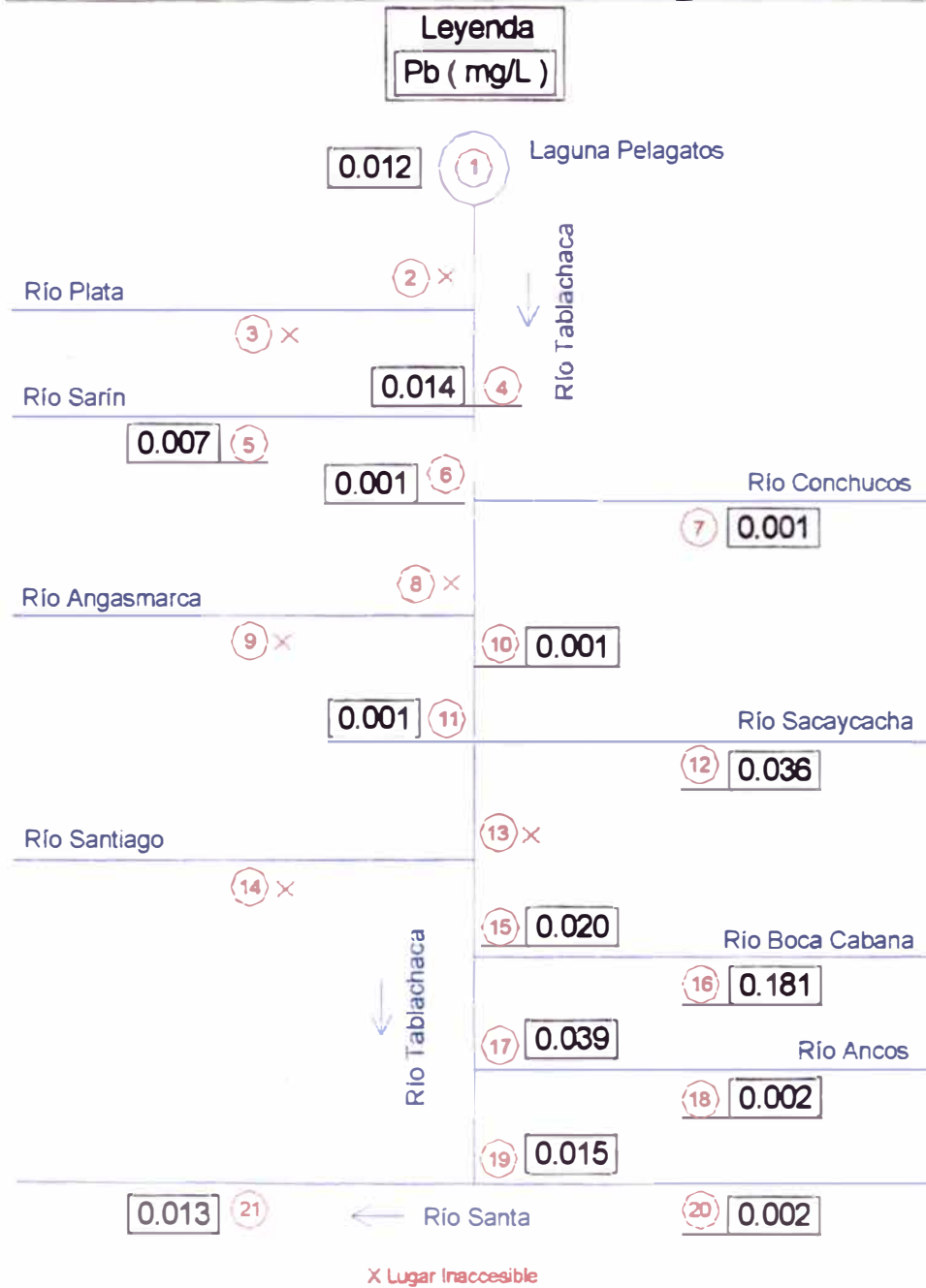


Figura N° 27

CONC. DE PLOMO EN AGUA (MARZO)

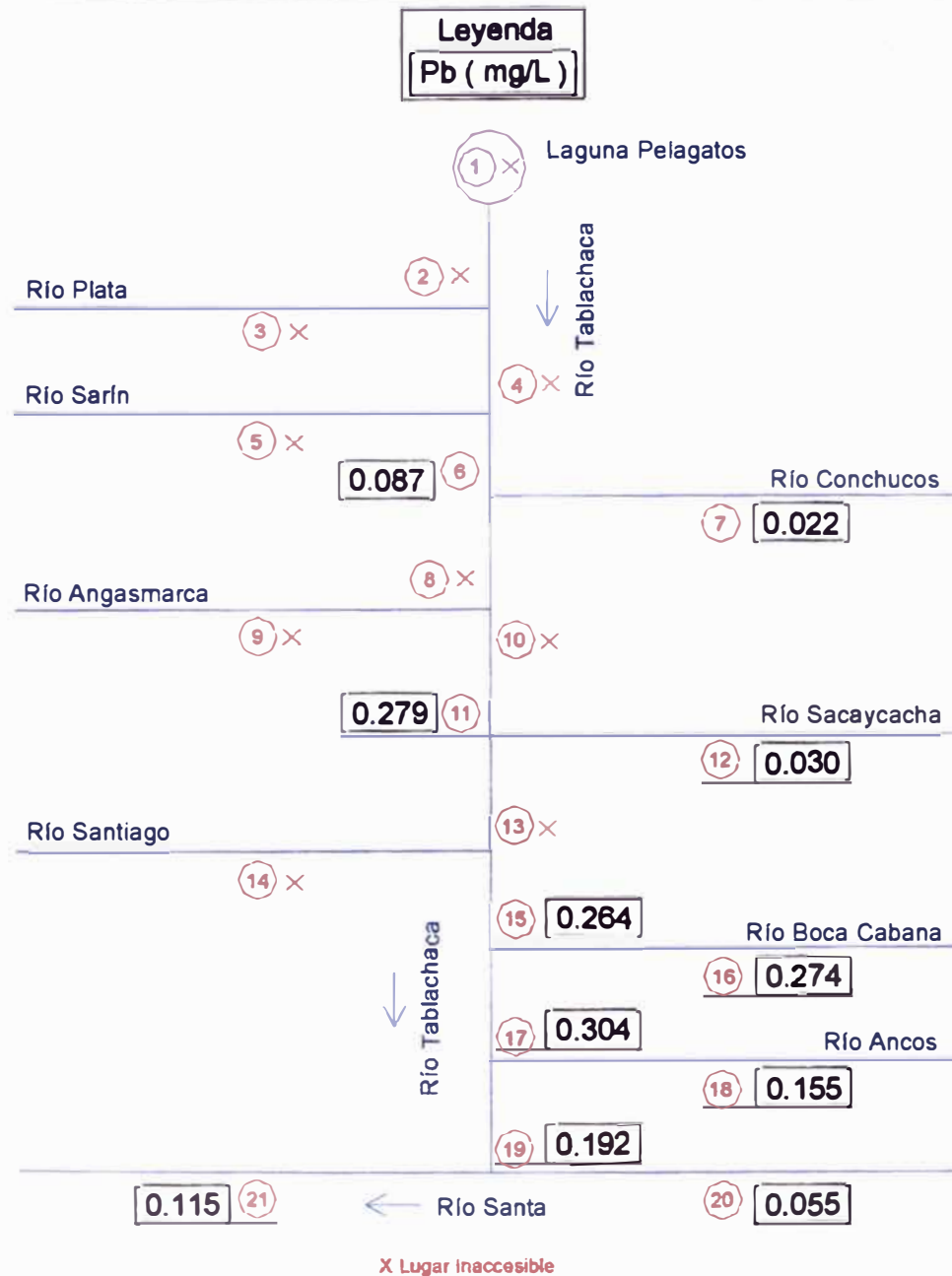


Figura N° 28

VARIACIÓN DE PLOMO EN AGUA (AGOSTO Y MARZO)

Agosto
(Estiaje)



LGA (Uso III)
0.1 mg/L

Marzo
(Lluvia)



LGA (Uso III)
0.1 mg/L

Figura N° 29

Obs. LGA (Uso III): Agua para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.

INTERPRETACIÓN DEL PLOMO EN AGUA (AGOSTO Y MARZO)

		Límite	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Ley de Aguas	Uso I	0.05 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso III	0.1 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso VI	0.03 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Salud Humana USA	Agua y Alimento	50 ug/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
	Solo Alimento	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
OMS	Abastecimiento	0.05 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
MADEP / EPA	Irrigación	0.2 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Ganado	0.1 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
	Consumo Humano	0.015 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Agua Potable, Canada	Salud Humana	0.05 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Lagos y Lagunas, USA	Vida acuática	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Vida acuática	Agua dulce	7 ug/L	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI

		Límite	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Ley de Aguas	Uso I	0.05 mg/L	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Uso III	0.1 mg/L	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Uso VI	0.03 mg/L	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Salud Humana USA	Agua y Alimento	50 ug/L	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Solo Alimento	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
OMS	Abastecimiento	0.05 mg/L	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
MADEP / EPA	Irrigación	0.2 mg/L	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
	Ganado	0.1 mg/L	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
	Consumo Humano	0.015 mg/L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Agua Potable, Canada	Salud Humana	0.05 mg/L	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Lagos y Lagunas, USA	Vida acuática	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Vida acuática	Agua dulce	7 ug/L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

SI : Pasan el límite
NO : No pasan el límite
NE : No se especifica límite

CONC. DE CADMIO EN AGUA (AGOSTO)

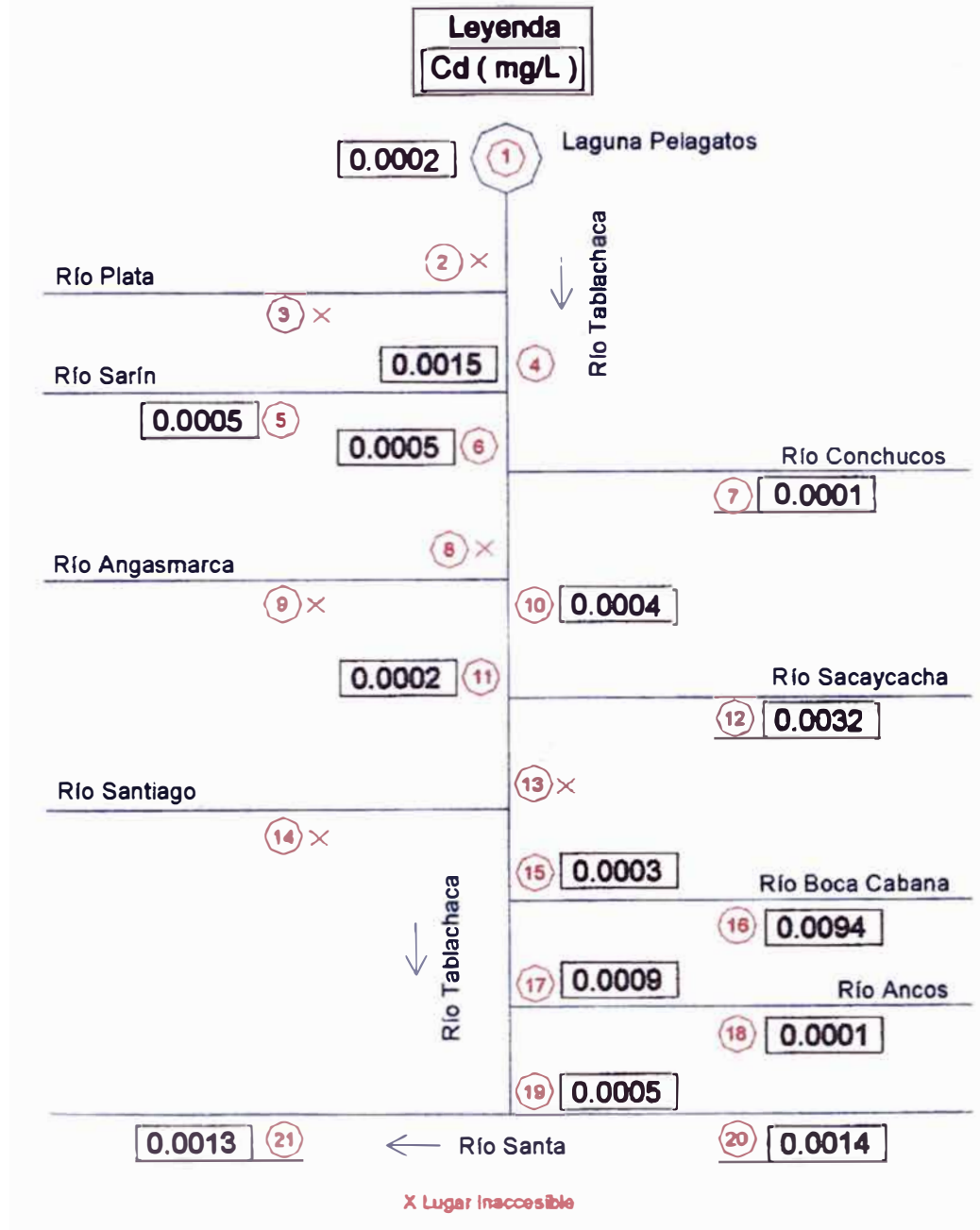


Figura Nº 30

CONC. DE CADMIO EN AGUA (MARZO)

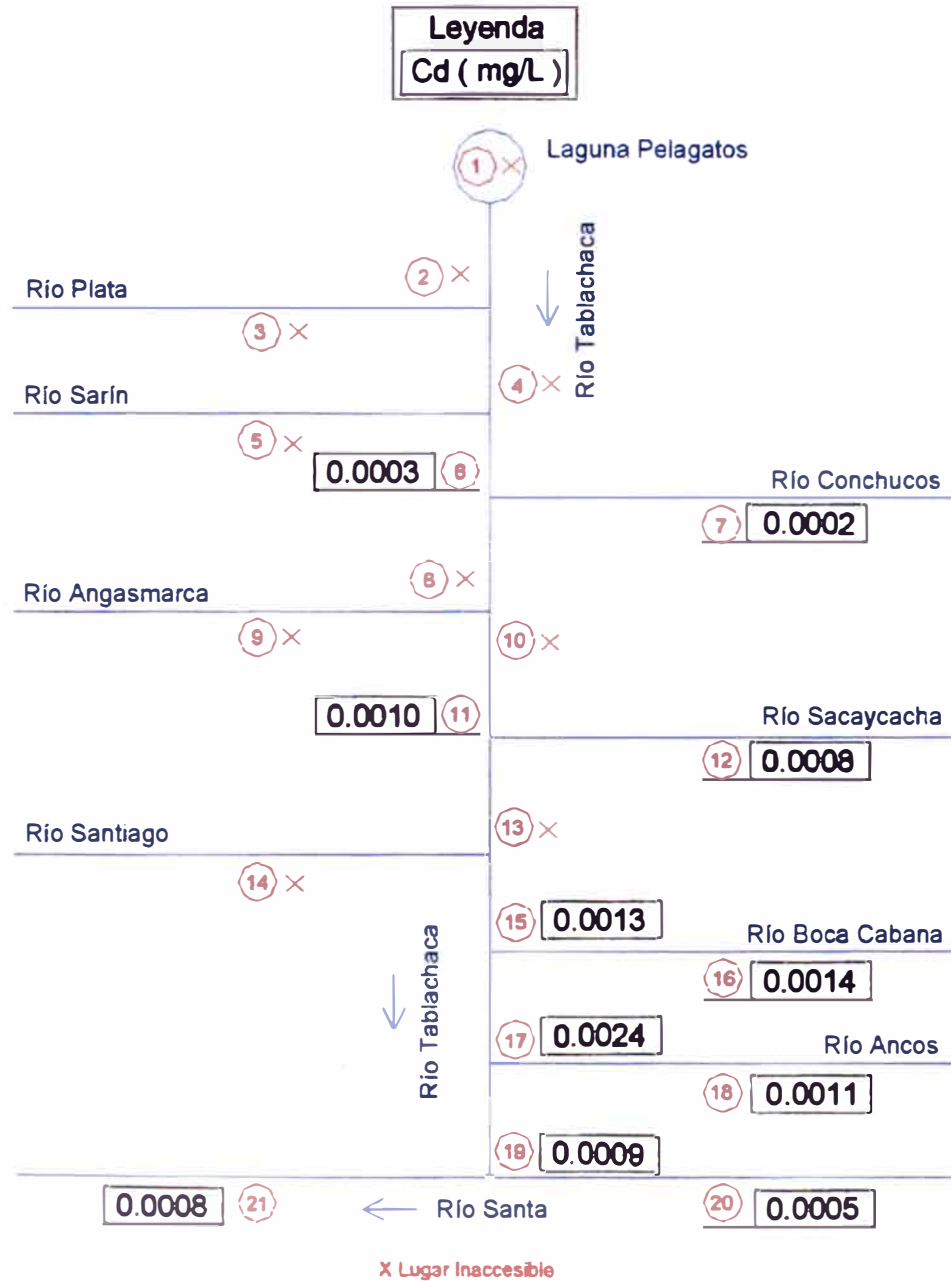


Figura N° 31

VARIACIÓN DE CADMIO EN AGUA (AGOSTO Y MARZO)

Agosto
(Estiaje)



LGA (Usos III)
0.05 mg/L

Marzo
(Lluvia)



LGA (Usos III)
0.05 mg/L

Figura N° 32

Obs. LGA (Usos III): Agua para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.

INTERPRETACIÓN DEL CADMIO EN AGUA (AGOSTO Y MARZO)

		Límite	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Ley de Aguas	Uso I	0.01 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso III	0.05 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso VI	0.004 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Salud Humana USA	Agua y Alimento	10 ug/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Solo Alimento	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
OMS	Abastecimiento	0.005 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
MADEP / EPA	Irrigación	0.005 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
	Ganado	0.08 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Consumo Humano	0.005 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Agua Potable, Canada	Salud Humana	0.005 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Lagos y Lagunas, USA	Vida acuática	0.2 ug/L	NO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Vida acuática	Agua dulce	1.8 ug/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO

		Límite	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Ley de Aguas	Uso I	0.01 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso III	0.05 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso VI	0.004 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Salud Humana USA	Agua y Alimento	10 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Solo Alimento	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
OMS	Abastecimiento	0.005 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
MADEP / EPA	Irrigación	0.005 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Ganado	0.08 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Consumo Humano	0.005 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Agua Potable, Canada	Salud Humana	0.005 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Lagos y Lagunas, USA	Vida acuática	0.2 ug/L	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Vida acuática	Agua dulce	1.8 ug/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO

SI : Pasan el límite
NO : No pasan el límite
NE : No se especifica límite

CONC. DE ARSÉNICO EN AGUA (AGOSTO)

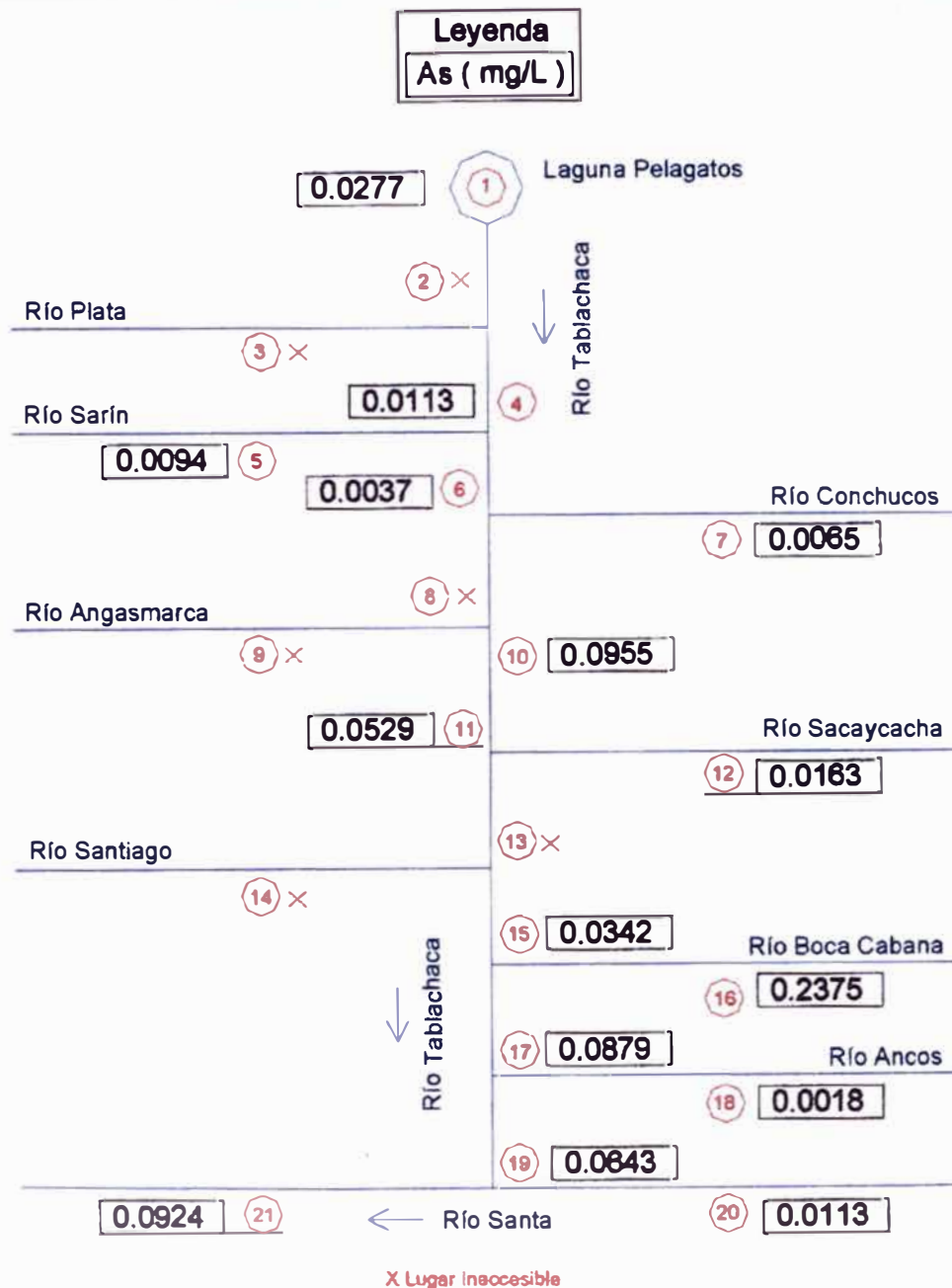


Figura N° 33

CONC. DE ARSÉNICO EN AGUA (MARZO)

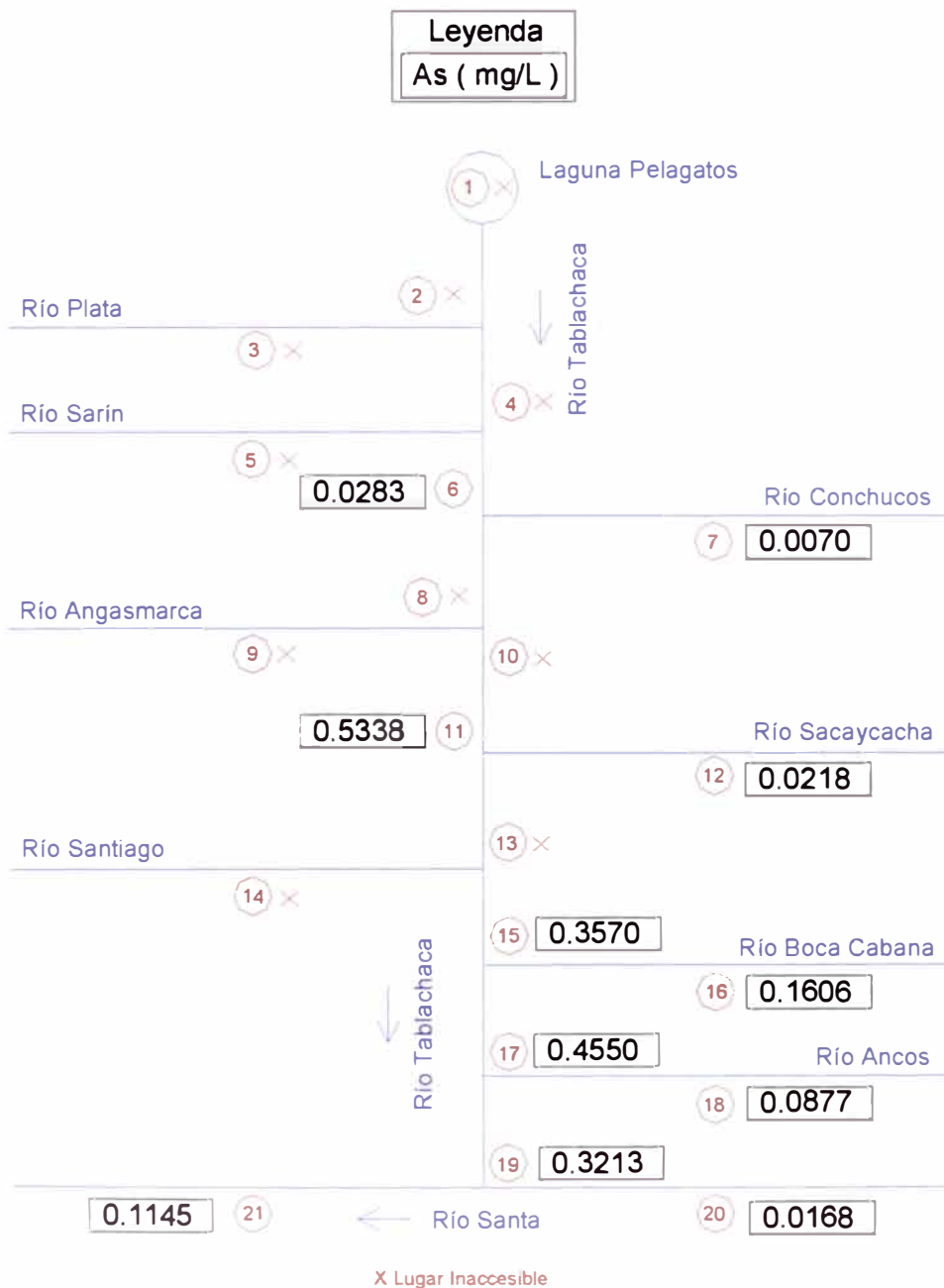


Figura N° 34

VARIACIÓN DE ARSÉNICO EN AGUA (AGOSTO Y MARZO)

Agosto
(Estiaje)



LGA (Uso III)
0.2 mg/L

Marzo
(Lluvia)



LGA (Uso III)
0.2 mg/L

Figura N° 35

Obs. LGA (Uso III): Agua para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.

INTERPRETACIÓN DEL ARSÉNICO EN AGUA (AGOSTO Y MARZO)

		Límite	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Ley de Aguas	Uso I	0.1 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso III	0.2 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso VI	0.05 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI
Salud Humana USA	Agua y Alimento	0.0022 ug/L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Solo Alimento	0.018 ug/L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
OMS	Abastecimiento	0.05 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI
MADEP / EPA	Irrigación	0.1 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
	Ganado	0.025 mg/L	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI
	Consumo Humano	0.05 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI
Agua Potable, Canada	Salud Humana	0.05 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI
Lagos y Lagunas, USA	Vida acuática	50 ug/L	NO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Vida acuática	Agua dulce	0.05 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI

		Límite	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Ley de Aguas	Uso I	0.1 mg/L	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI
	Uso III	0.2 mg/L	NO	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO
	Uso VI	0.05 mg/L	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Salud Humana USA	Agua y Alimento	0.0022 ug/L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Solo Alimento	0.018 ug/L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
OMS	Abastecimiento	0.05 mg/L	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
MADEP / EPA	Irrigación	0.1 mg/L	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI
	Ganado	0.025 mg/L	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
	Consumo Humano	0.05 mg/L	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Agua Potable, Canada	Salud Humana	0.05 mg/L	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Lagos y Lagunas, USA	Vida acuática	50 ug/L	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Vida acuática	Agua dulce	0.05 mg/L	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI

SI : Pasan el límite

NO : No pasan el límite

NE : No se especifica límite

CONC. DE MERCURIO EN AGUA (AGOSTO)

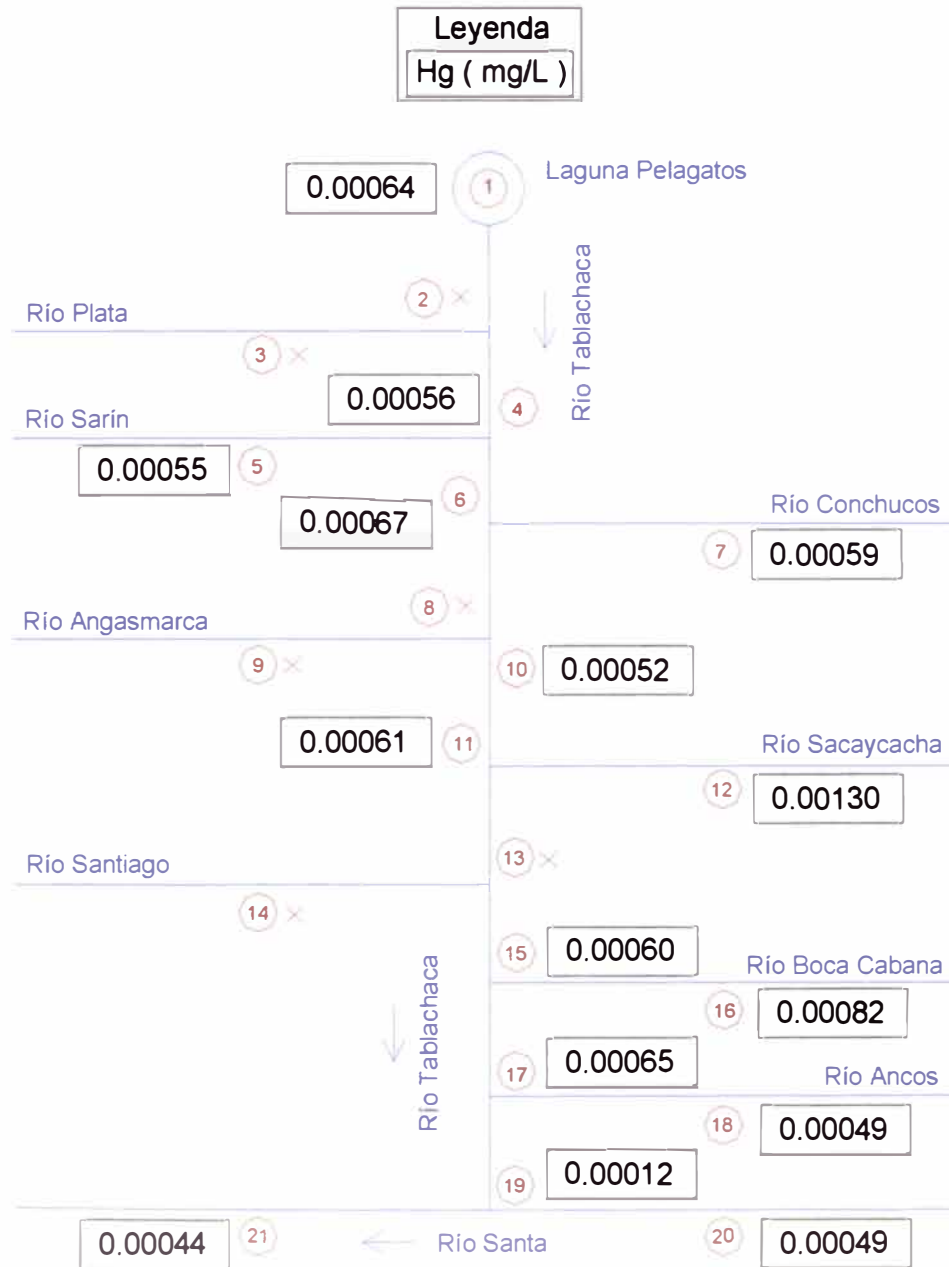


Figura N° 36

X Lugar Inaccesible

CONC. DE MERCURIO EN AGUA (MARZO)

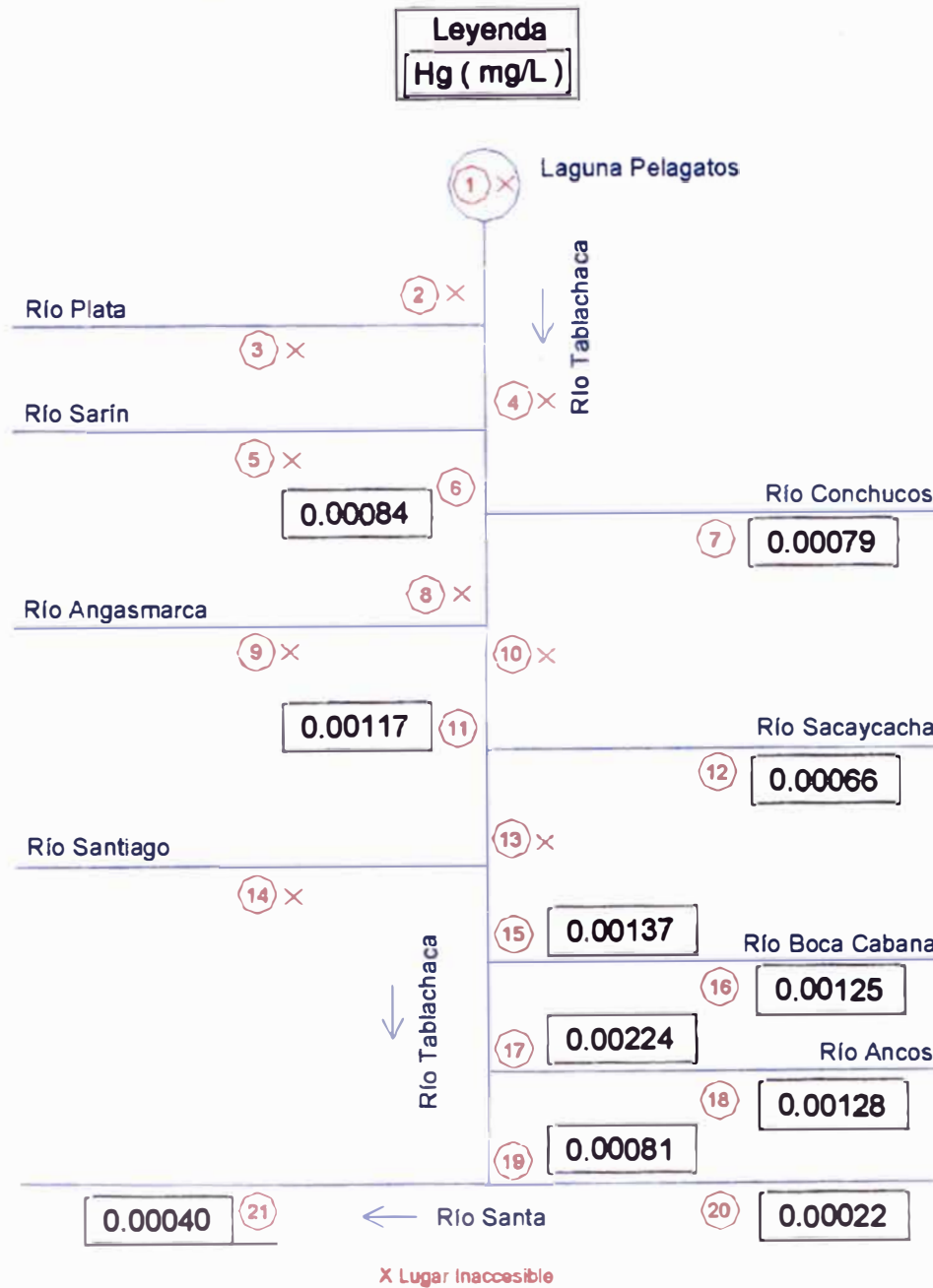
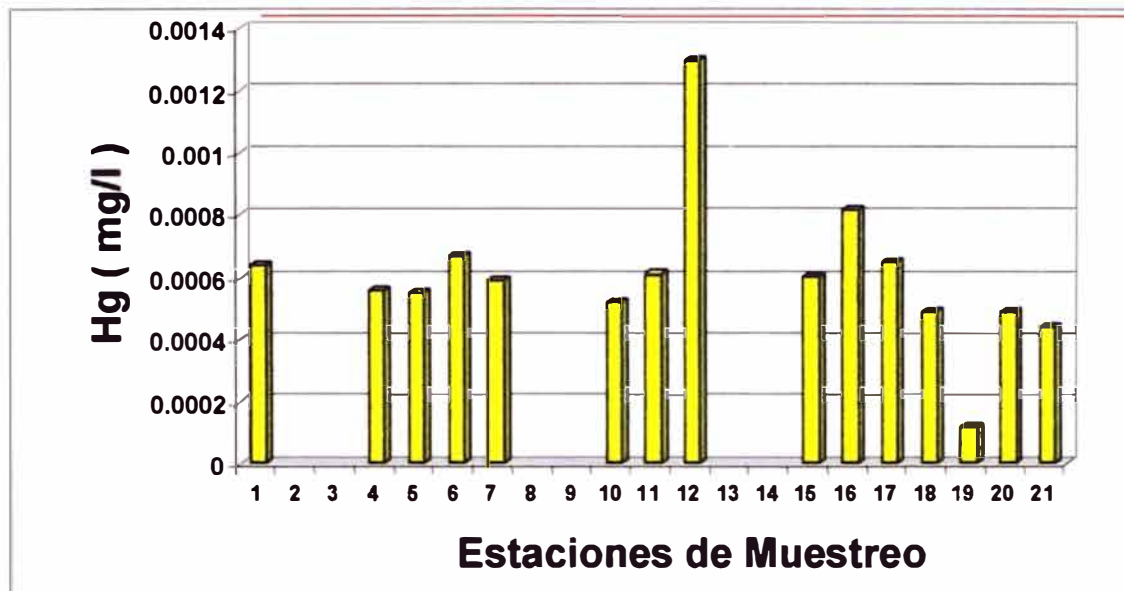


Figura N° 37

VARIACIÓN DE MERCURIO EN AGUA (AGOSTO Y MARZO)

Agosto
(Estiaje)



LGA (Uso III)
0.01 mg/L

Marzo
(Lluvia)



LGA (Uso III)
0.01 mg/L

Figura Nº 38

Obs. LGA (Uso III): Agua para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.

INTERPRETACIÓN DEL MERCURIO EN AGUA (AGOSTO Y MARZO)

		Límite	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Ley de Aguas	Uso I	0.002 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso III	0.01 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso VI	0.2 ug/L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI
Salud Humana USA	Agua y Alimento	0.144 ug/L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI
	Solo Alimento	0.146 ug/L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI
OMS	Abastecimiento	0.001 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
MADEP / EPA	Irrigación	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Ganado	0.003 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Consumo Humano	0.002 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Agua Potable, Canada	Salud Humana	0.001 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Lagos y Lagunas, USA	Vida acuática	0.2 ug/l	SI	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Vida acuática	Agua dulce	0.1 ug/L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

		Límite	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Ley de Aguas	Uso I	0.002 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO
	Uso III	0.01 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso VI	0.2 ug/L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Salud Humana USA	Agua y Alimento	0.144 ug/L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Solo Alimento	0.146 ug/L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
OMS	Abastecimiento	0.001 mg/L	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
MADEP / EPA	Irrigación	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Ganado	0.003 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Consumo Humano	0.002 mg/L	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Agua Potable, Canada	Salud Humana	0.001 mg/L	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Lagos y Lagunas, USA	Vida acuática	0.2 ug/l	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Vida acuática	Agua dulce	0.1 ug/L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

SI : Pasan el límite
NO : No pasan el límite
NE : No se especifica límite

11.3) MINERALOGÍA Y GRANULOMETRÍA

11.3.1) Mineralogía

Agosto

Las Estaciones 7 (río Conchucos) y 18 (río Ancos) presentan gran cantidad de carbonatos, , los que tienen carbonatos en mediana proporción son las Estaciones 1 (laguna Pelagatos), 4 (río Tablachaca antes del río Sarín), 10 (río Tablachaca, después del río Angasmarca) y 20 (río Santa antes del río Tablachaca); esto les permite neutralizar la acidez del agua del río en caso que lo hubiera.

Con respecto a los sulfuros las Estaciones que presentan mayor cantidad, son las Estaciones 4 (río Tablachaca antes del río Sarín), 6 (río Tablachaca antes del río Conchucos), y 20 (río Santa antes del río Tablachaca); esto puede generar drenaje ácido.

El potencial neto de neutralización, según los resultados, se ve que es mayor que 20, para la Estación 7 (río Conchucos), y probablemente la Estación 18 (río Ancos); esto quiere decir que los minerales consumidores de ácido son mayores que los minerales generadores de ácido.

Las Estaciones que presentan un PNN menor que -20 son principalmente la Estación 4 (río Tablachaca antes del río Sarín), Estación 6 (río Tablachaca antes del río Conchucos), y la Estación 20 (río Santa antes de la desembocadura al río Tablachaca).

Esto quiere decir que los minerales consumidores de ácido son menores que los minerales generadores de ácido.

Las figuras y las tablas que muestran la mineralogía en agosto son: Figura N° 39, N° 40, N° 41, N° 42, N° 44, N° 46, N° 47, N° 49, N° 51, N° 53, N° 55, N° 57, N° 59, N° 61, N° 63 y la Tabla N° 54.

Marzo

La Estación 7 (río Conchucos) presenta gran cantidad de carbonatos, los que tienen carbonatos en mediana proporción son las Estaciones 16 (río Boca Cabana) y 17 (río Tablachaca antes del río Ancos ,) esto le permite neutralizar la acidez del agua del río en caso que lo hubiera.

Con respecto a los sulfuros casi todas las Estaciones presentan una baja cantidad excepto la Estación 12 (río Sacaycacha), esto puede hacer que se genere drenaje ácido. Esta disminución en los sulfuros en época de lluvia se debe a la dilución del material por el aumento del caudal.

El potencial de neta de neutralización según los resultados se ve que es mayor que 20 principalmente en la Estación 7 (Río Conchucos) esto quiere decir que los minerales consumidores de ácido son mayores que los minerales generadores de ácido.

Según la mineralogía y el análisis de metales existe muy baja probabilidad de que alguno de las Estaciones presente un PNN menor que -20.

Las figuras y las tablas que muestran la mineralogía en marzo son: Figura N° 43, N° 45, N° 48, N° 50, N° 52, N° 54, N° 56, N° 58, N° 60, N° 62, N° 64 y la Tabla N° 54.

11.3.2) Granulometría

Agosto

Las arenas es el material predominante en los sedimentos, de tamaño variado principalmente. Con respecto a las gravas el material es discontinuo, solo es un material variado en el caso de las Estaciones 1 (laguna de Pelagatos), 4 (río Tablachaca antes del río Sarín), 10 (río Tablachaca después del río Angamarca), 12 (río Sacaycacha) y 18 (río Ancos). La Estación 19 (río Tablachaca antes de desembocar al río Santa) tiene la mayor cantidad de finos (mayor al 50%).

Las figuras y las tablas que muestran la granulometría en agosto son: Figura N° 39, N° 40, N° 41, N° 42, N° 44, N° 46, N° 47, N° 49, N° 51, N° 53, N° 55, N° 57, N° 59, N° 61, N° 63 y la Tabla N° 55.

Marzo

Las arenas es el material predominante en los sedimentos, las arenas principalmente se inician discontinuas y se van haciendo de un tamaño variado; con respecto a las gravas el material es discontinuo, solo es un material variado en el caso de las Estaciones 12 (río Sacaycacha) y 19 (río Tablachaca antes de desembocar al río Santa). En el caso de la época de lluvias ninguna Estación presenta una cantidad de finos mayor al 50%.

Las figuras y las tablas que muestran la mineralogía en marzo son: Figura N° 43, N° 45, N° 48, N° 50, N° 52, N° 54, N° 56, N° 58, N° 60, N° 62, N° 64 y la Tabla N° 55.

ESTACIÓN 1 (AGOSTO)

Mineralogía

Estación 1 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca angulosos y redondeados, micas, material no compacto, cuarzo, bastante silicificación.
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, material no compacto, micas, fragmentos de roca, magnetita, ilmenita, carbonatos en mediana cantidad.
Malla -80	Magnetita, ilmenita, bastante cuarzo, arcillas, micas, carbonatos en alta cantidad.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 1	100%	94.2%	90.6%	86.9%	74.3%	53.3%	29.7%	23.3%	16.8%	7.2%	1.9%	0.4%

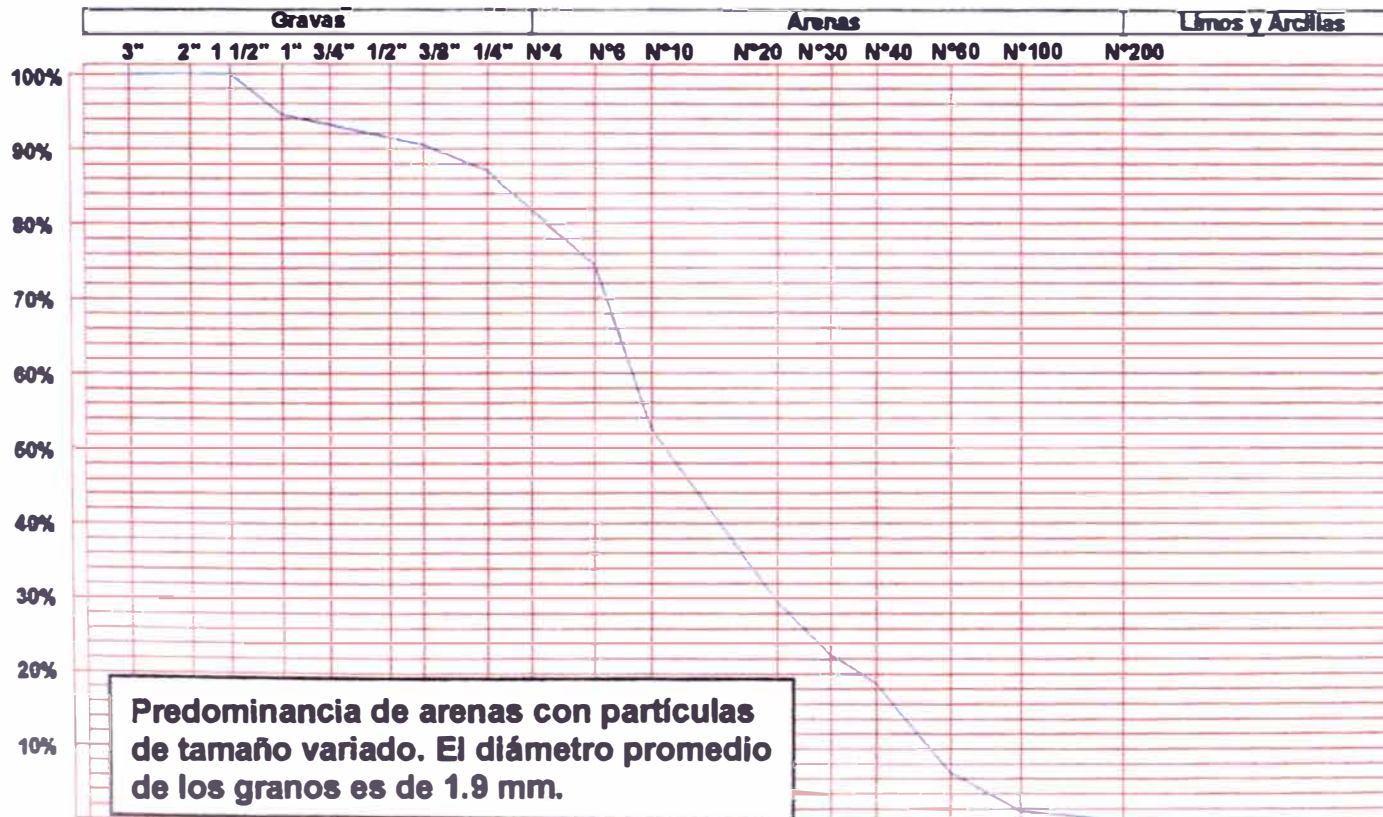


Figura N° 39

ESTACIÓN 4 (AGOSTO)

Mineralogía

Estación 4 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca redondeados, cuarzo, micas, ligera oxidación y silicificación.
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, fragmentos de roca, magnetita, pirrotita, ligera oxidación, carbonatos en poca cantidad.
Malla -80	Cuarzo, magnetita, pirrotita, esfalerita, pirta, galena, micas, arcillas, carbonatos en mediana cantidad.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 4	100%	100%	81.1%	71.5%	57.5%	45.5%	26.9%	20.0%	14.4%	8.9%	5.6%	3.3%

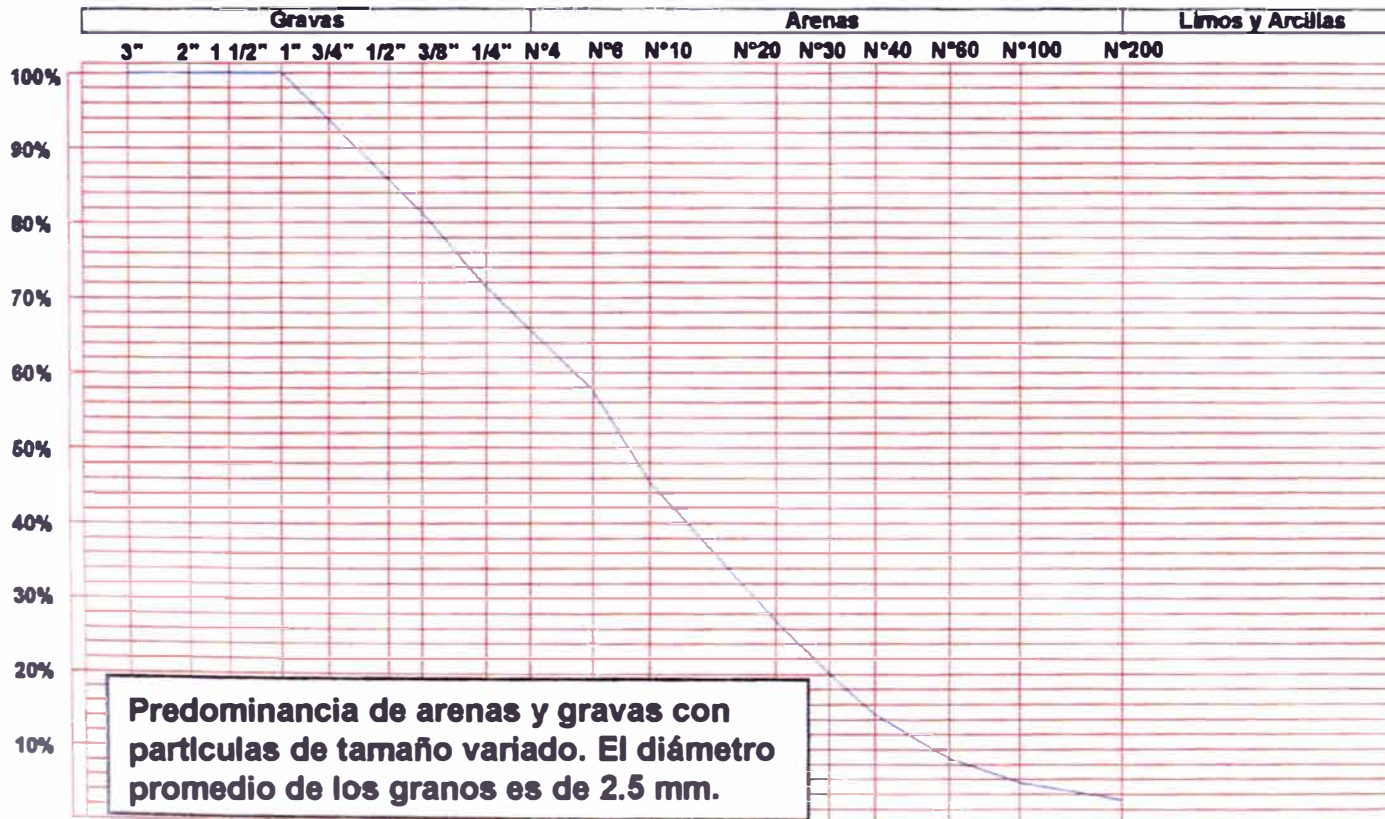


Figura N° 40

ESTACIÓN 5 (AGOSTO)

Mineralogía

Estación 5 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, silicificación, oxidación media.
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, ilmenita, oxidación media.
Malla -80	Cuarzo, oxidación, ilmenita, micas, esfalerita arcillas, ligera oxidación, carbonatos en muy poca cantidad.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 5	100%	100%	100%	99.6%	99.3%	99.0%	98.4%	97.8%	96.2%	91.3%	73.1%	33.7%

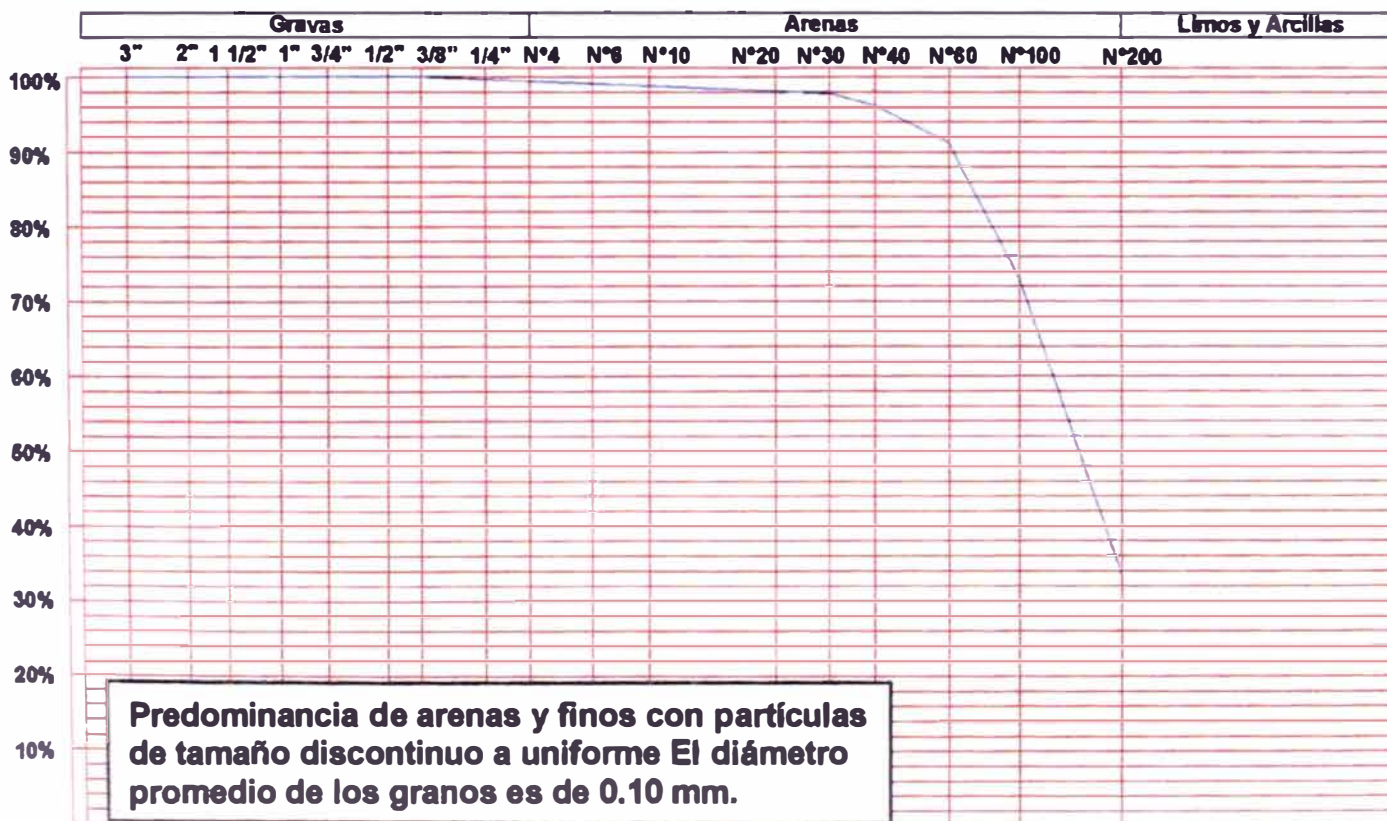


Figura N° 41

ESTACIÓN 6 (AGOSTO)

Mineralogía

Estación 6 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, pirita, cuarzo, micas, silicificación, ligera oxidación
De Malla -6 a Malla +80	Rasgos de vegetación, cuarzo, micas, pirita, esfalerita, ligera oxidación, muy poca cantidad de carbonatos
Malla -80	Cuarzo, ilmenita, pirrotita, magnetita, esfalerita, micas, arcillas, ligera oxidación, poca cantidad de carbonatos.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 6	100%	100%	100%	99.5%	98.1%	94.9%	88.3%	82.2%	73.4%	55.6%	38.8%	21.9%



Figura N° 42

ESTACIÓN 6 (MARZO)

Mineralogía

Estación 6 (Marzo)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, pirita, micas, esfalerita, fuerte oxidación.
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, micas, pirita, esfalerita, rutilo, fragmentos de roca, ilmenita, oxidación media.
Malla -80	Magnetita, ilmenita, cuarzo, micas, esfalerita, pirita, rutilo, arcillas, muy poca cantidad de carbonatos.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 6	100%	100%	100%	99.3%	98.7%	97.8%	87.7%	76.0%	58.2%	31.6%	13.8%	4.9%

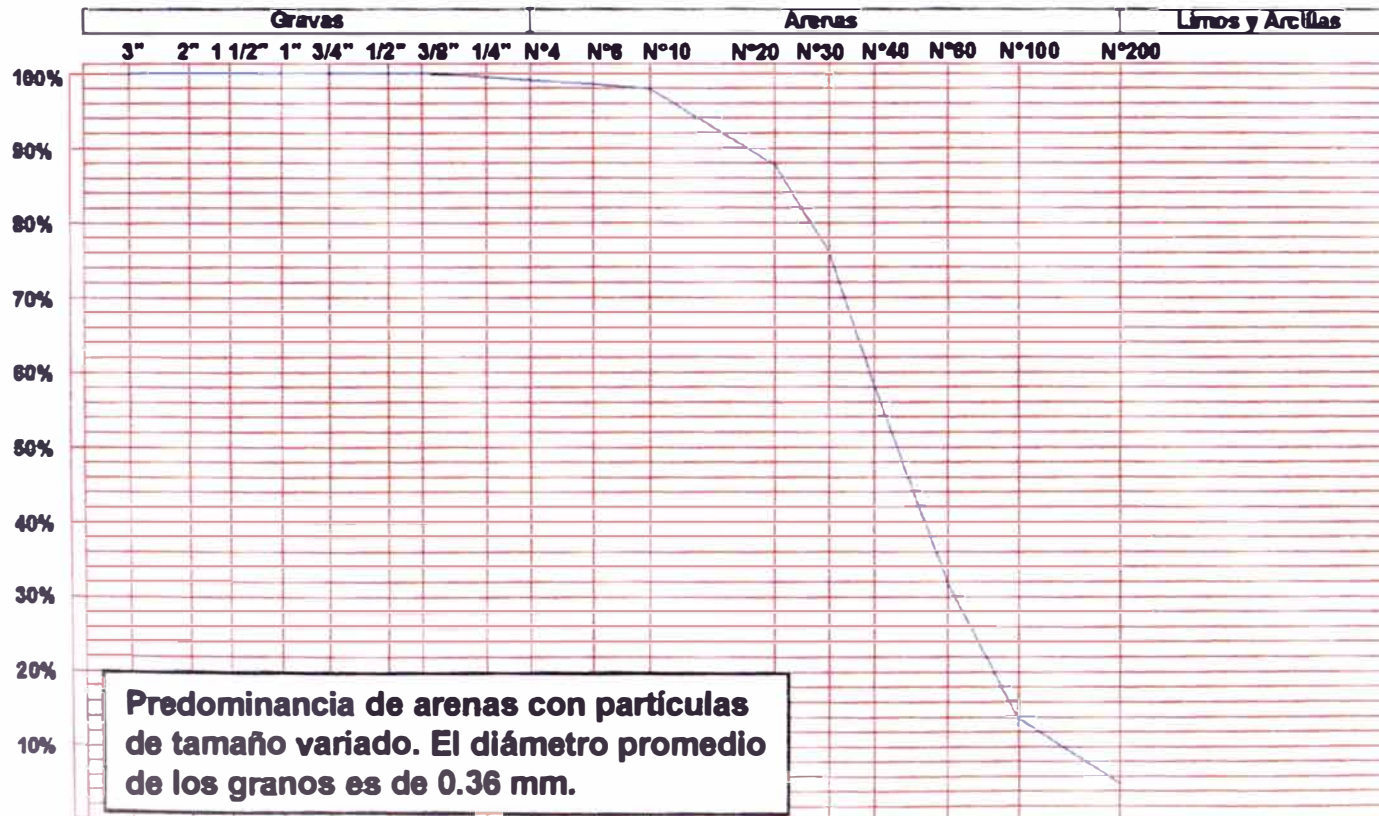


Figura N° 43

ESTACIÓN 7 (MARZO)

Mineralogía

Estación 7 (Marzo)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, magnetita, ilmenita, restos de vegetación, carbonatos en alta cantidad.
Malla -80	Magnetita, ilmenita, cuarzo, micas, circones, arcillas, carbonatos en muy alta cantidad.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 7	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	97.6%	95.1%	88.6%	62.9%	28.5%	11.0%

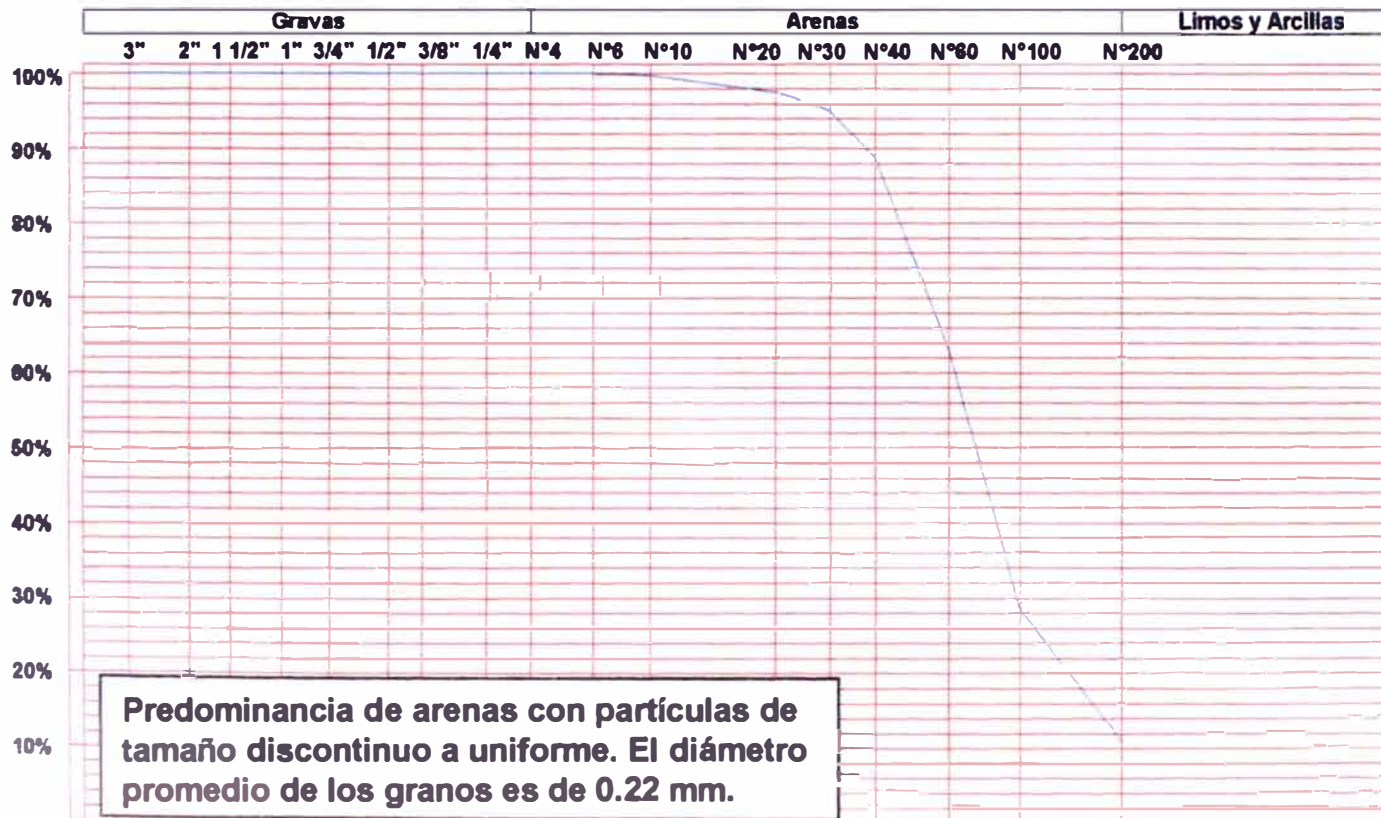


Figura N° 45

ESTACIÓN 10 (AGOSTO)

Mineralogía

Estación 10 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, homblenda, ortosa, plagioclasas, muy ligera oxidación.
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, esfalerita, ilmenita, micas, muy ligera oxidación, carbonatos en poca cantidad.
Malla -80	Abundante cuarzo, micas, ilmenita, esfalerita, pirita, galena, zircones, arcillas, carbonatos en mediana cantidad,

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 10	100%	100%	97.8%	94.5%	89.8%	85.4%	70.8%	62.8%	56.6%	40.5%	21.5%	11.7%

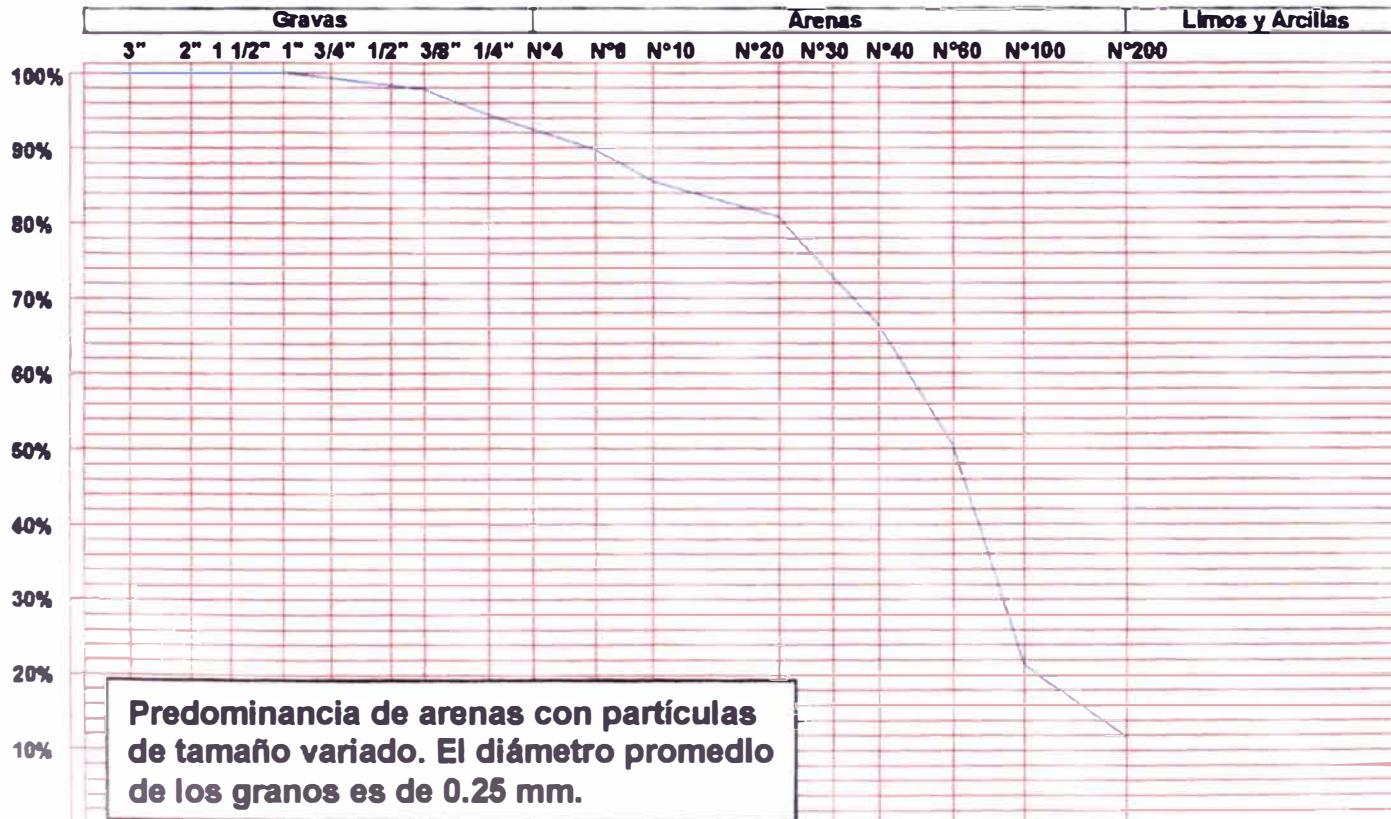


Figura N° 46

ESTACIÓN 11 (AGOSTO)

Mineralogía

Estación 11 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, ortosa, plagioclasas, micas, turmalina.
De Malla -6 a Malla +80	Abundante cuarzo, esfalerita, micas, rutilo, oxidación media, ortosa.
Malla -80	Gran cantidad de cuarzo, micas, esfalerita, rutilo, arcillas, poca cantidad de carbonatos.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Esesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.068
Estación 11	100%	100%	100%	100%	99.4%	98.5%	94.2%	89.6%	81.7%	63%	34.9%	15%

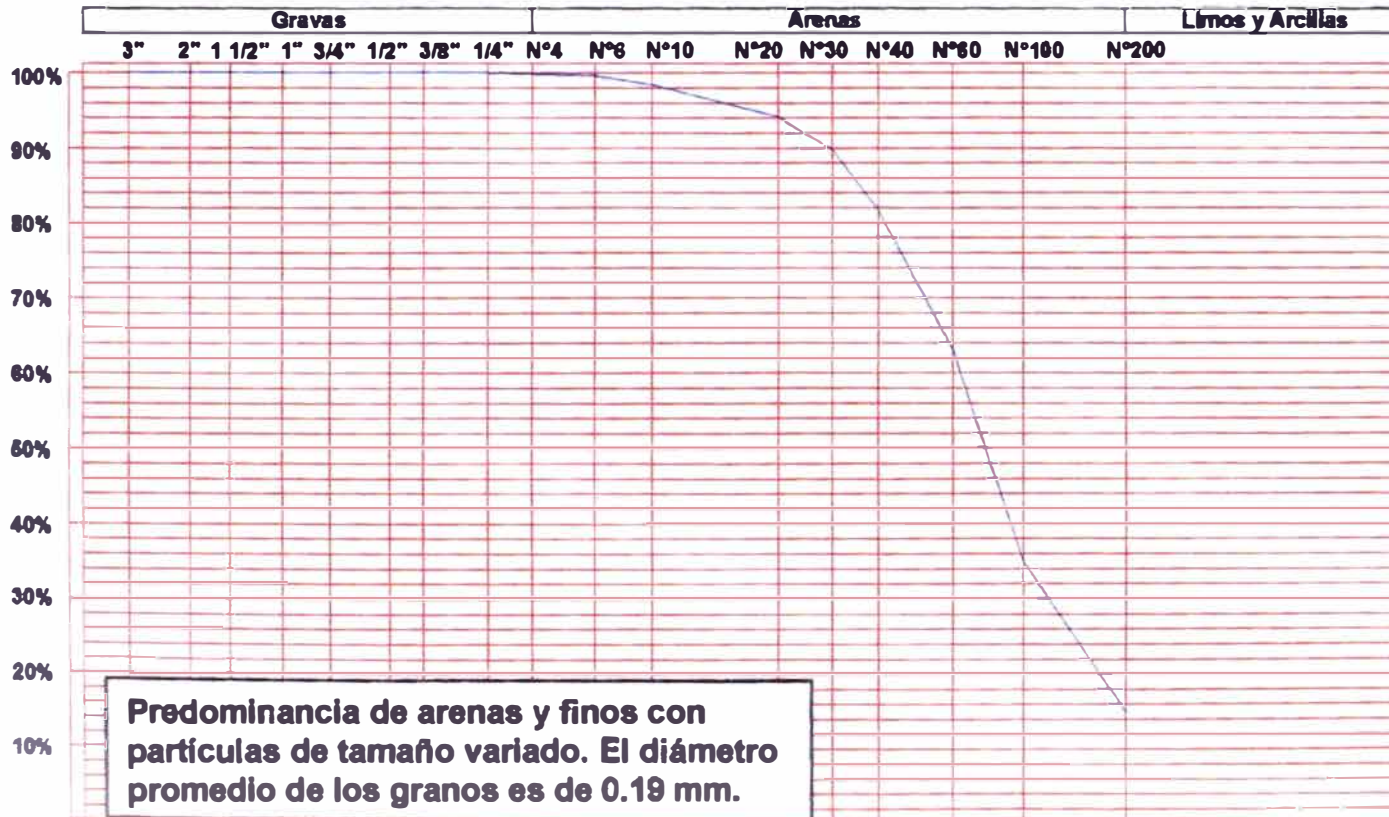


Figura N° 47

ESTACIÓN 11 (MARZO)

Mineralogía

Estación 11 (Marzo)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, ilmenita, ligera oxidación, pirita, esfalerita, restos de vegetación.
Malla -80	Cuarzo, micas, ilmenita, esfalerita, arcillas, carbonatos en muy poca cantidad.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 11	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	99.5%	99.0%	89.8%	47.4%	19.1%

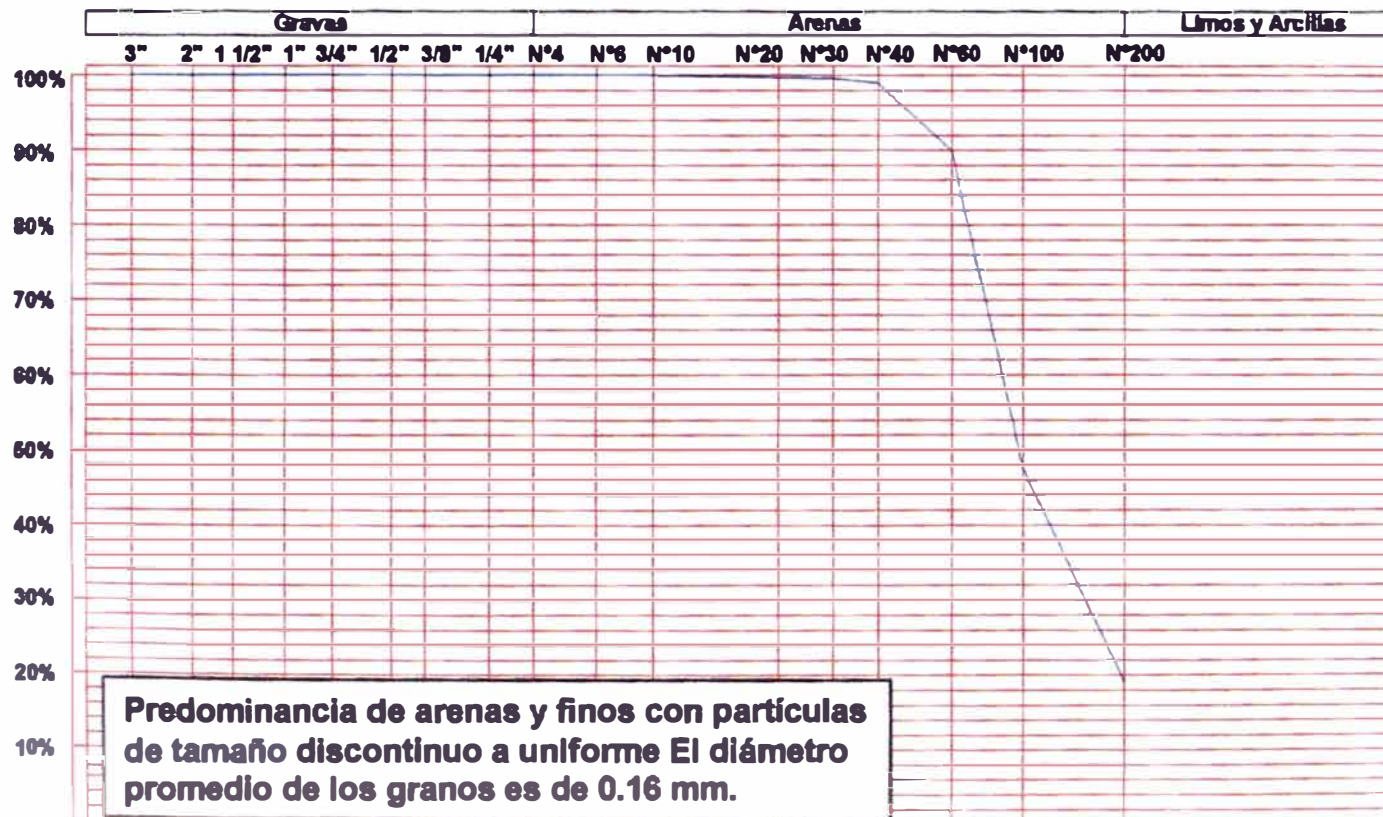


Figura N° 48

Mineralogía

Estación 12 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, pirita, micas, silicificación.
De Malla -6 a Malla +80	Magnetita, ilmenita, fragmentos de roca, oro, esfalerita, pirita, cuarzo, micas, muy poca cantidad de carbonatos.
Malla -80	Cuarzo, ilmenita, magnetita, oro, micas, esfalerita, pirita, arcillas, poca cantidad de carbonatos.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 12	100%	100%	96%	88.5%	74.4%	62.1%	47.4%	42.8%	38.5%	31.9%	21.5%	8.9%

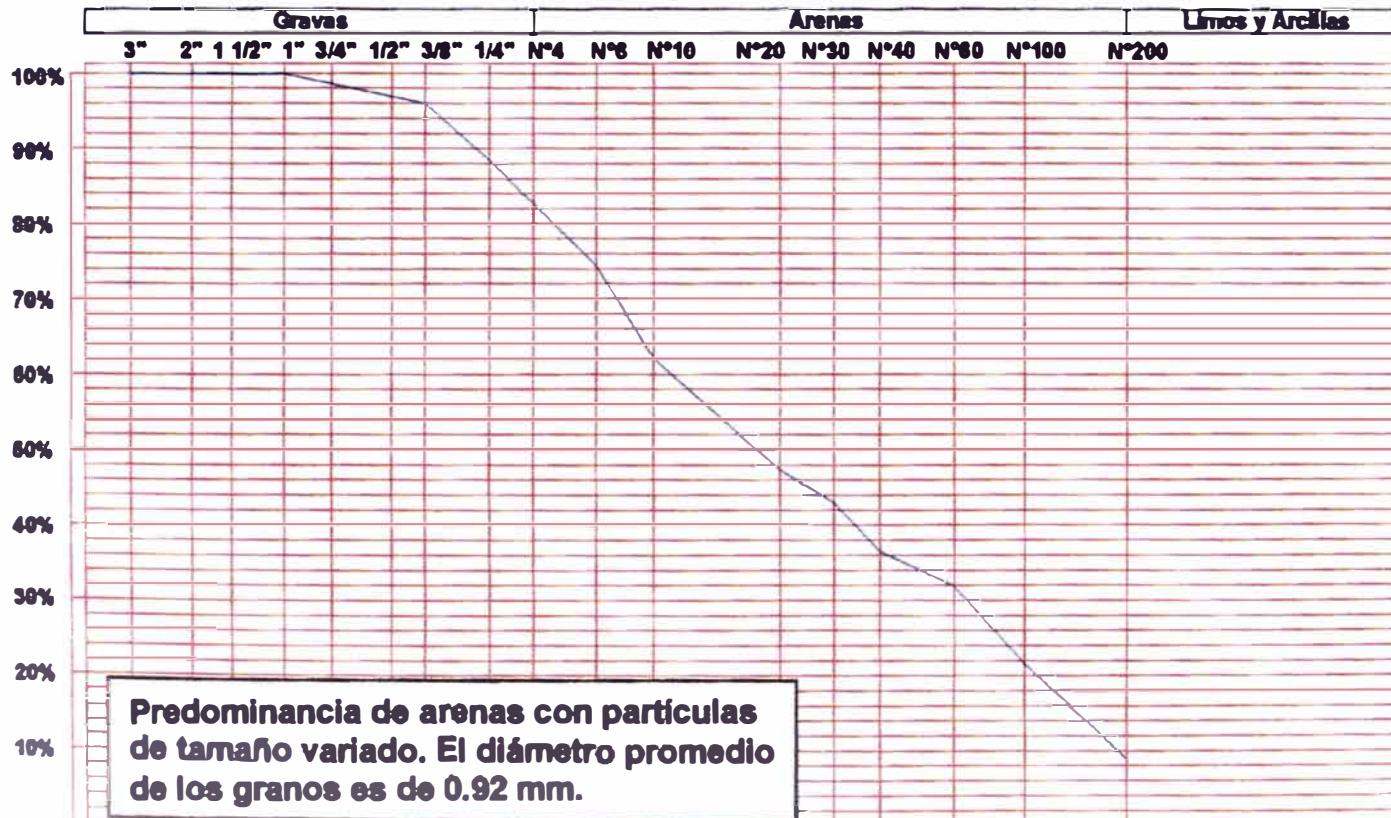


Figura N° 49

ESTACIÓN 12 (MARZO)

Mineralogía

Estación 12 (Marzo)	
Malla +6	Fragmentos de roca, micas, cuarzo, plagioclasas, ortosas, fuerte oxidación.
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, rutilo, ilmenita, esfalerita.
Malla -80	Cuarzo, ilmenita, micas, arcillas, esfalerita, rutilo, circones, carbonatos en muy poca cantidad.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 12	100%	100%	82.3%	77.8%	70.6%	64.8%	54.2%	49.2%	41.6%	25.0%	10.0%	3.9%

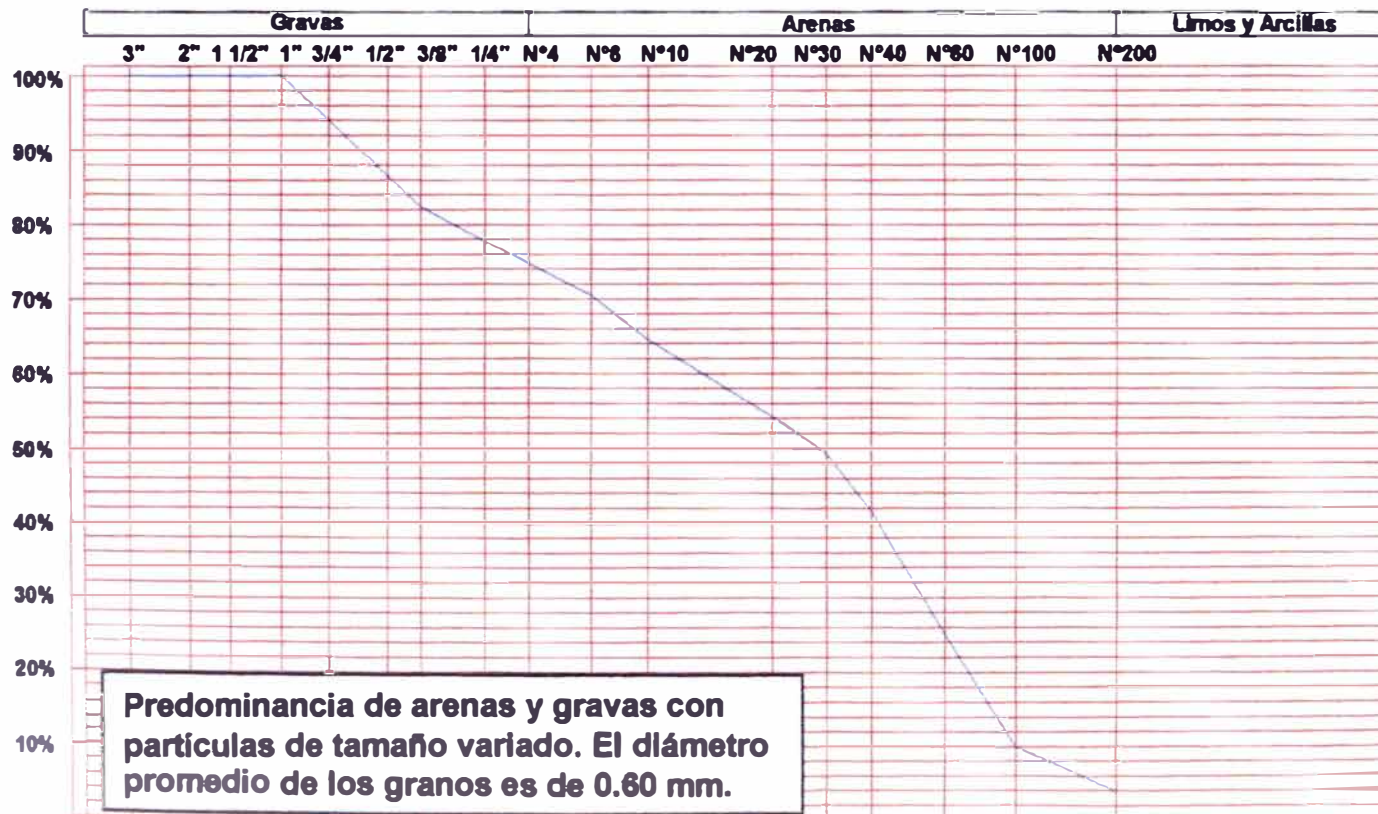


Figura N° 50

ESTACI N 15 (AGOSTO)

Mineralogía

	Estación 15 (Agosto)
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Alto contenido de cuarzo, micas, ortosa, rutilo, oxidación media.
Malla -80	Abundante cuarzo, ortosa, micas, esfalerita, rutilo, arcillas, muy poca cantidad de carbonatos.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 15	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	99.3%	98.6%	87.5%	43.6%	15.7%

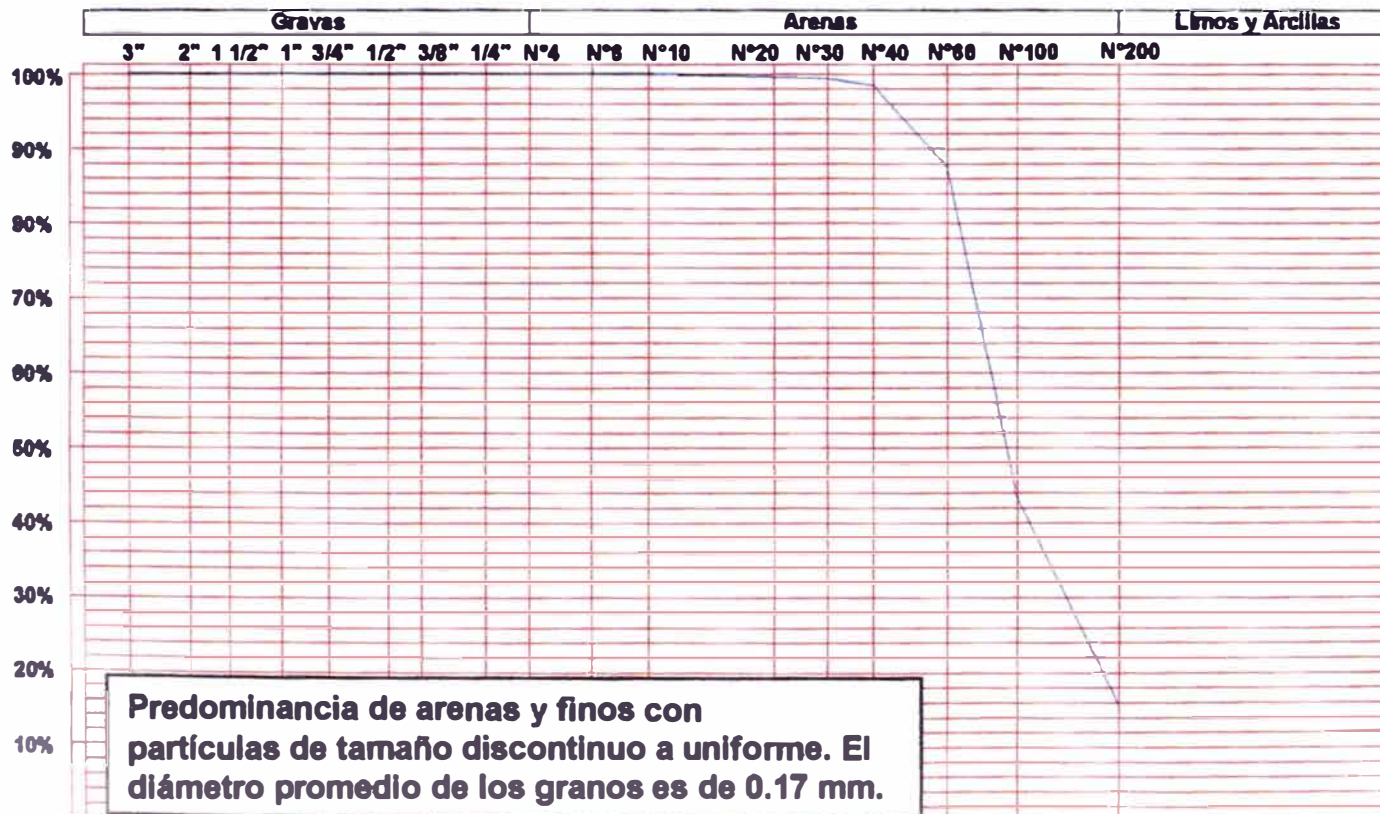


Figura N° 51

ESTACIÓN 15 (MARZO)

Mineralogía

Estación 15 (Marzo)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, ilmenita, carbonatos en poca cantidad.
Malla -80	Cuarzo, micas, rutilo, esfalerita, ilmenita, oxidación media, carbonatos en mediana cantidad.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 15	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	99.3%	83.2%	35.7%	12.0%

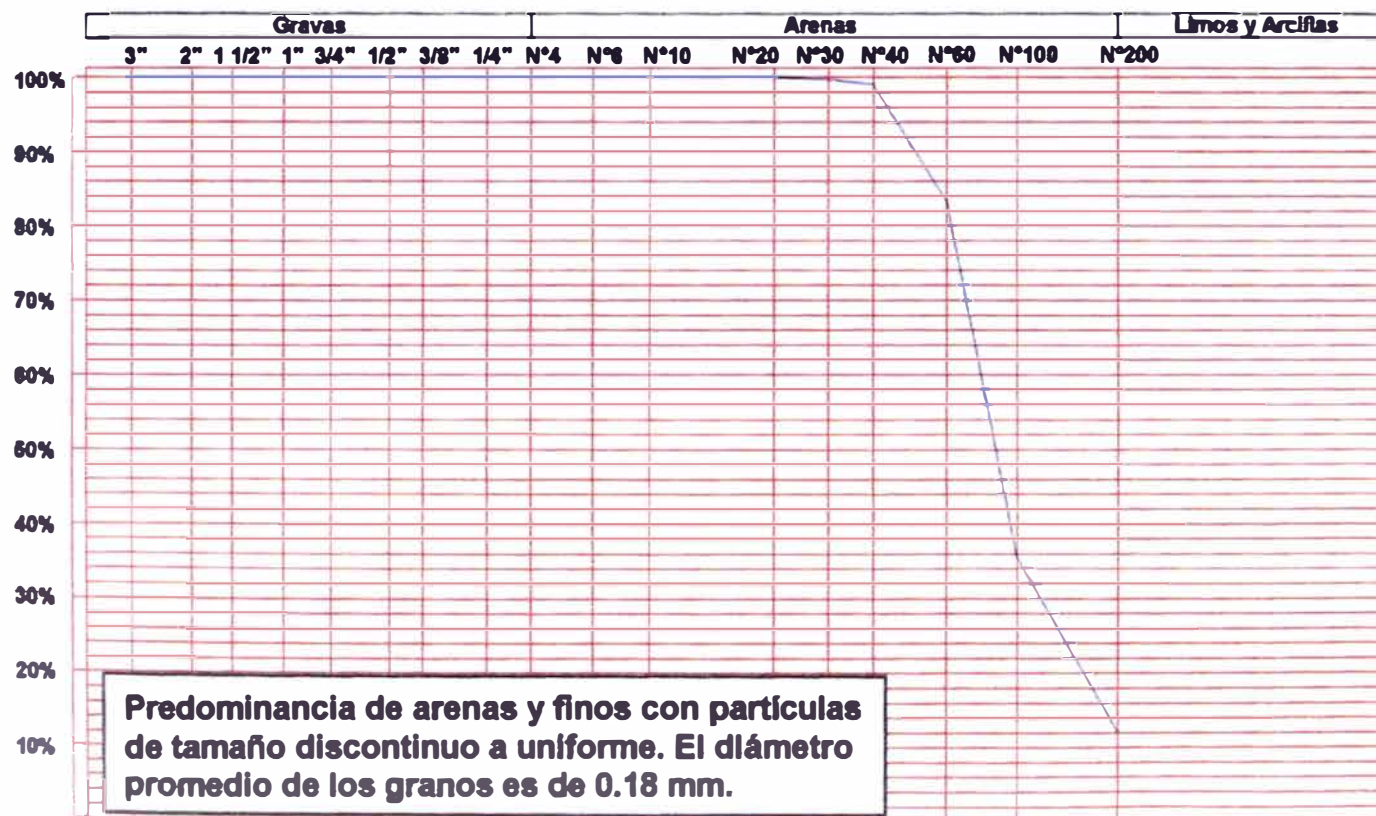


Figura N° 52

ESTACIÓN 16 (AGOSTO)

Mineralogía

	Estación 16 (Agosto)
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, rutilo, ortosa, micas, ilmenita, oxidación media.
Malla -80	Cuarzo, ilmenita, micas, rutilo, arcillas, ligera oxidación, muy poca cantidad de carbonatos.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 16	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	99.3%	98.6%	92.7%	66.7%	30.2%

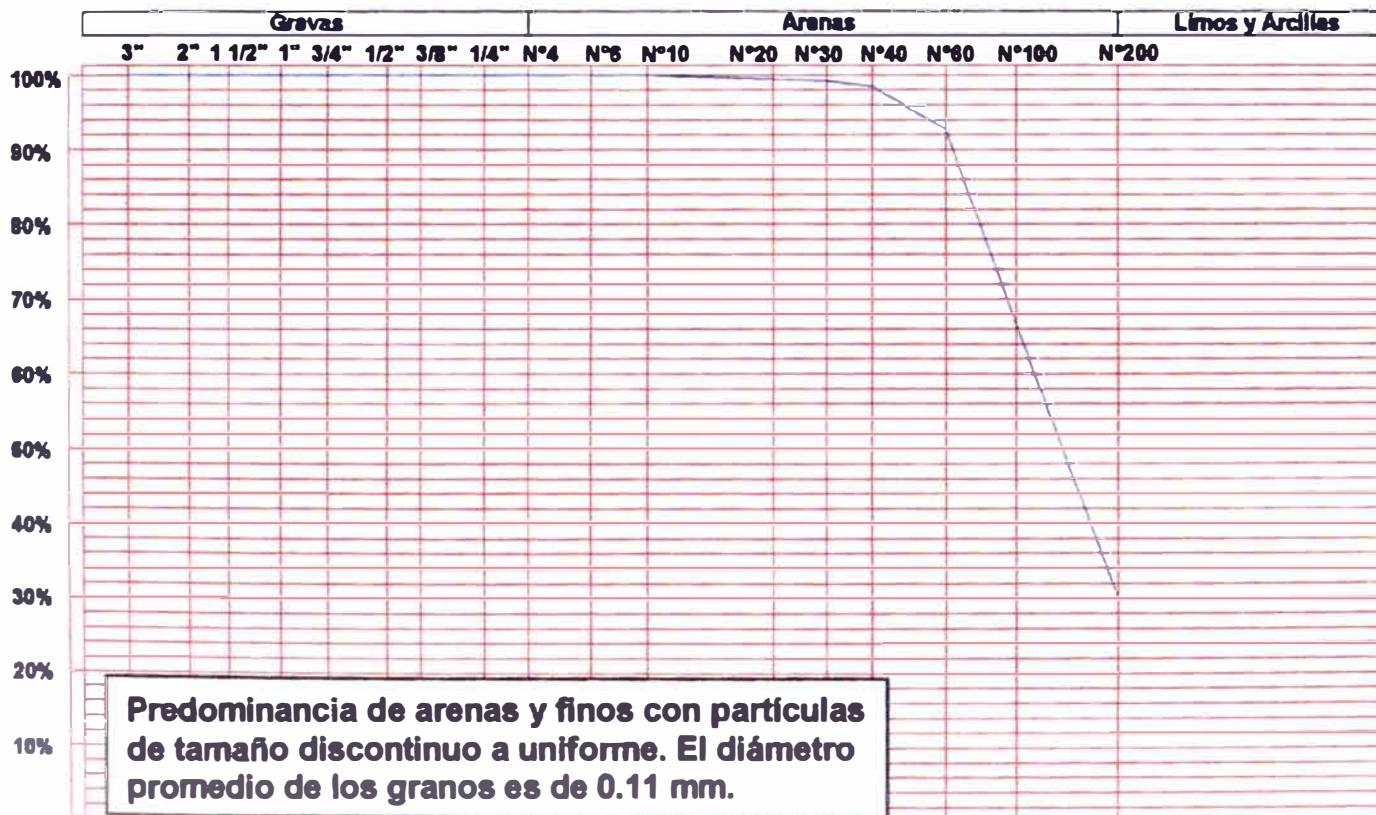


Figura N° 53

ESTACIÓN 16 (MARZO)

Mineralogía

Estación 16 (Marzo)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, magnetita, ilmenita, esfalerita, ligera oxidación, carbonatos en mediana cantidad.
Malla -80	Cuarzo, micas, esfalerita, arcillas, ilmenita, magnetita, ligera oxidación, carbonatos en alta cantidad.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.068
Estación 16	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	98.8%	96.8%	92.7%	81.7%	60.5%	31.0%

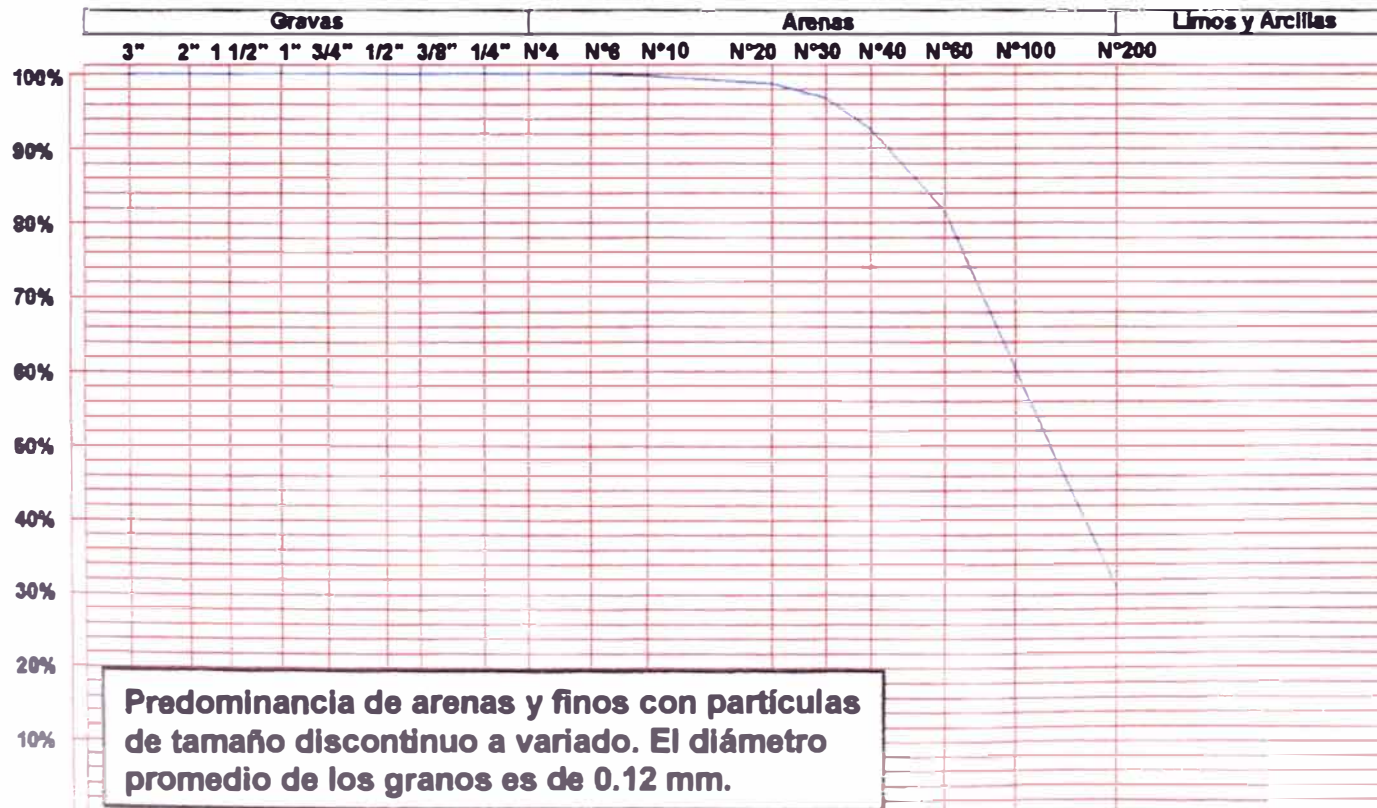


Figura N° 54

ESTACIÓN 17 (AGOSTO)

Mineralogía

Estación 17 (Agosto)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, ilmenita, esfalerita, micas, magnetita, ligera oxidación, carbonatos en muy poca cantidad.
Malla -80	Magnetita, ilmenita, cuarzo, micas, zircones, arcillas, carbonatos en poca cantidad.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 17	100%	100%	100%	100%	100%	99.6%	99.1%	98.7%	97.9%	95.3%	76.8%	47.6%

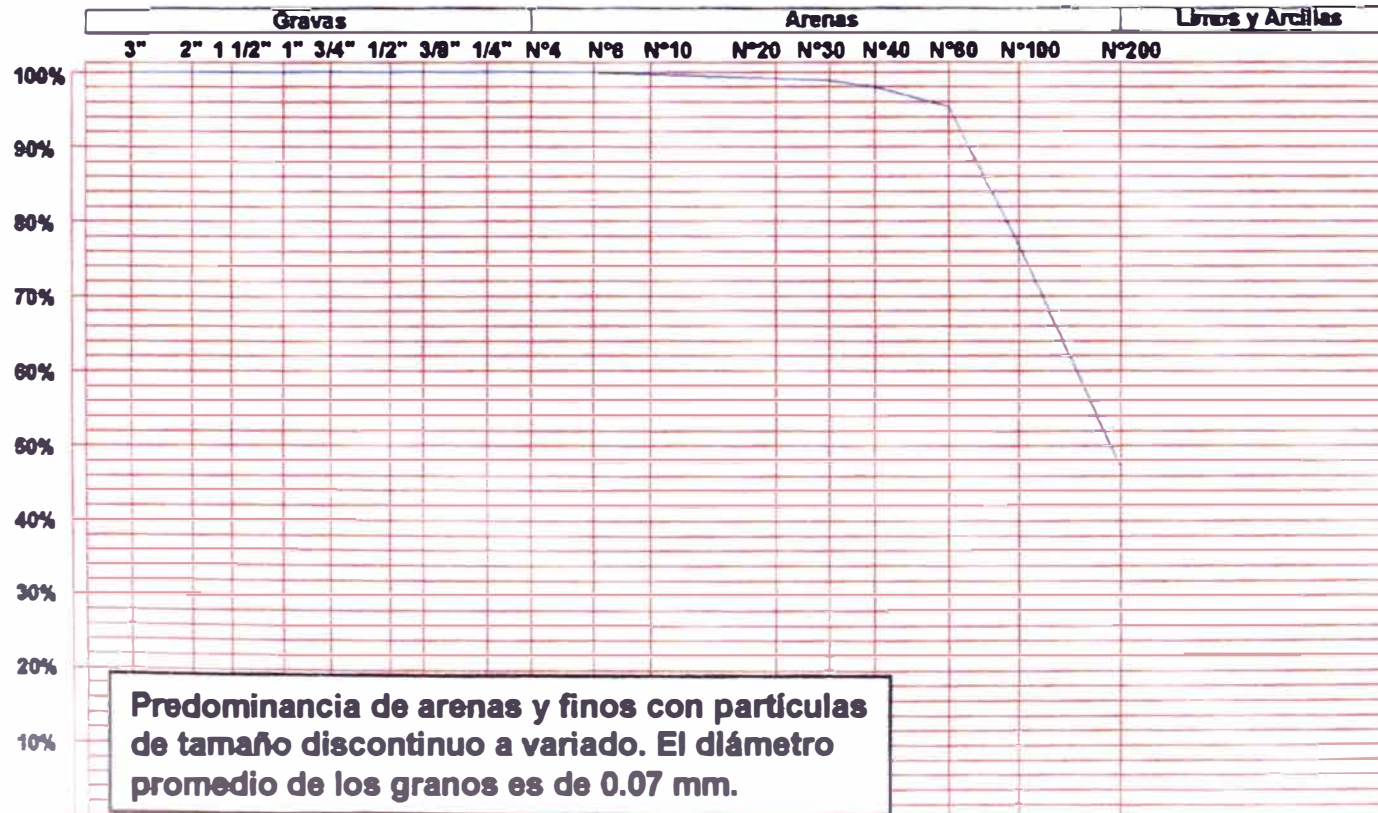


Figura N° 55

ESTACIÓN 17 (MARZO)

Mineralogía

Estación 17 (Marzo)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, pirita.
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, micas, pirita, magnetita, ilmenita, carbonatos en mediana cantidad.
Malla -80	Cuarzo, micas, rutilo, arcillas, ilmenita, mediana oxidación, carbonatos en alta cantidad.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 17	100%	100%	100%	100%	99.7%	99.4%	99.1%	98.8%	98.6%	94.9%	56.8%	23.4%

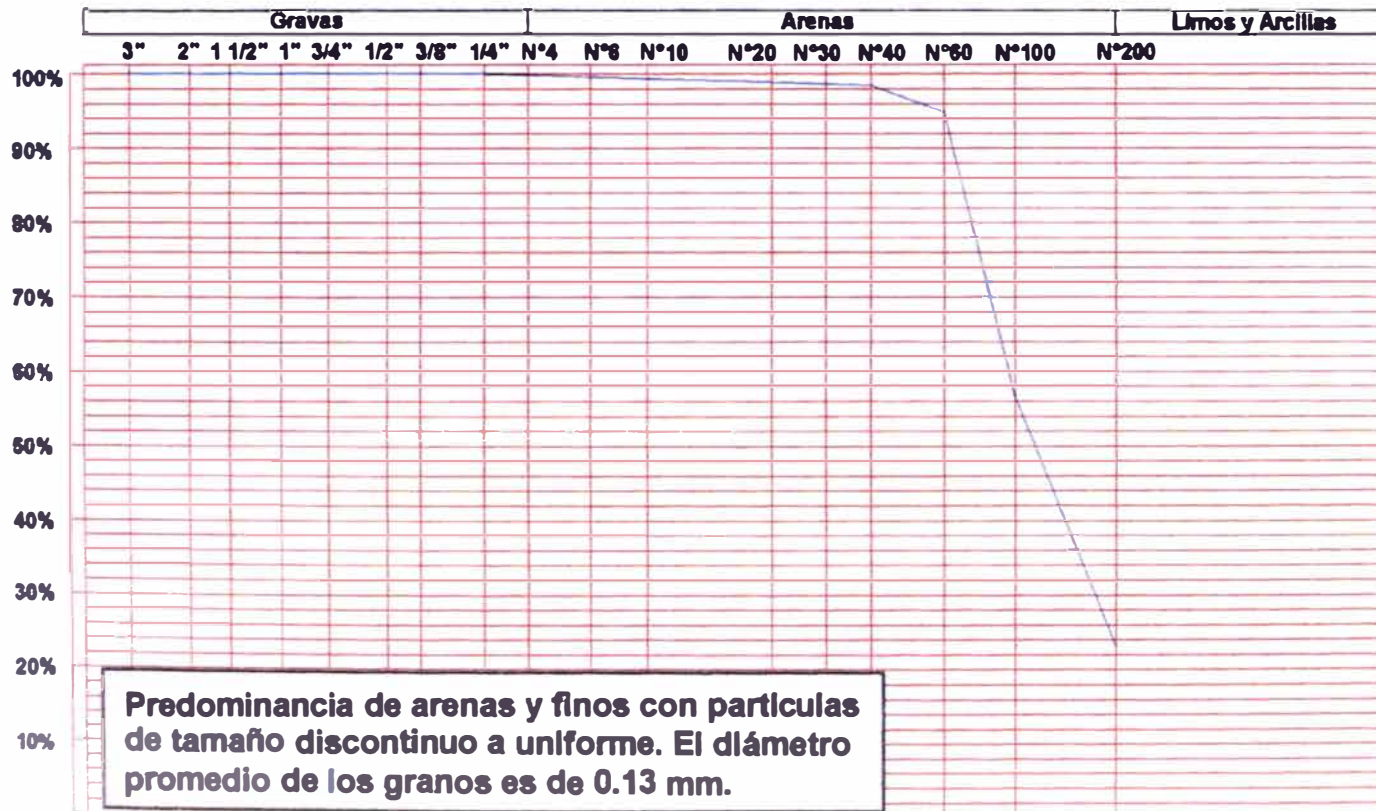


Figura N° 56

ESTACIÓN 18 (AGOSTO)

Mineralogía

Estación 18 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, silicificación, pirita, micas y ligera oxidación, carbonatos en mediana cantidad.
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, micas, cuarzo, pirita, ilmenita, carbonatos en alta cantidad.
Malla -80	Cuarzo, ilmenita, micas, arcillas, carbonatos en muy alta cantidad.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.086
Estación 18	100%	100%	97.8%	92.5%	82.9%	75.2%	59.9%	53.4%	46.8%	36.1%	22.5%	9.6%

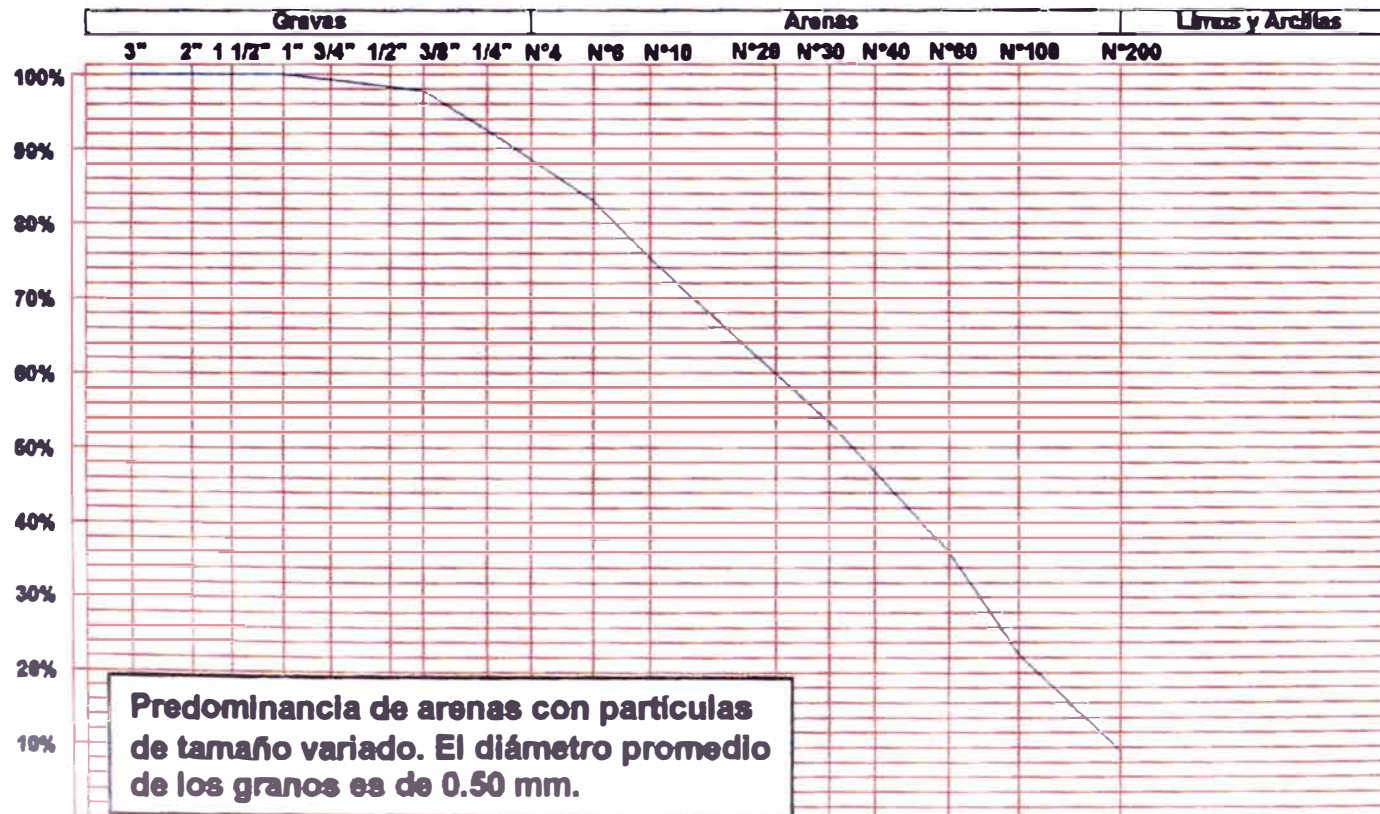


Figura N° 57

ESTACIÓN 18 (MARZO)

Mineralogía

Estación 18 (Marzo)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, micas, ortosa, ilmenita, pirita, esfalerita, carbonatos en poca cantidad.
Malla -80	Cuarzo, micas, esfalerita, arcillas, muy ligera oxidación, carbonatos en mediana cantidad.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2"	M. 1"	M. 3/8"	M. 1/4"	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Esesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 18	100%	100%	100%	100%	100%	99.6%	99.3%	98.9%	98.2%	92.0%	69.9%	30.8%

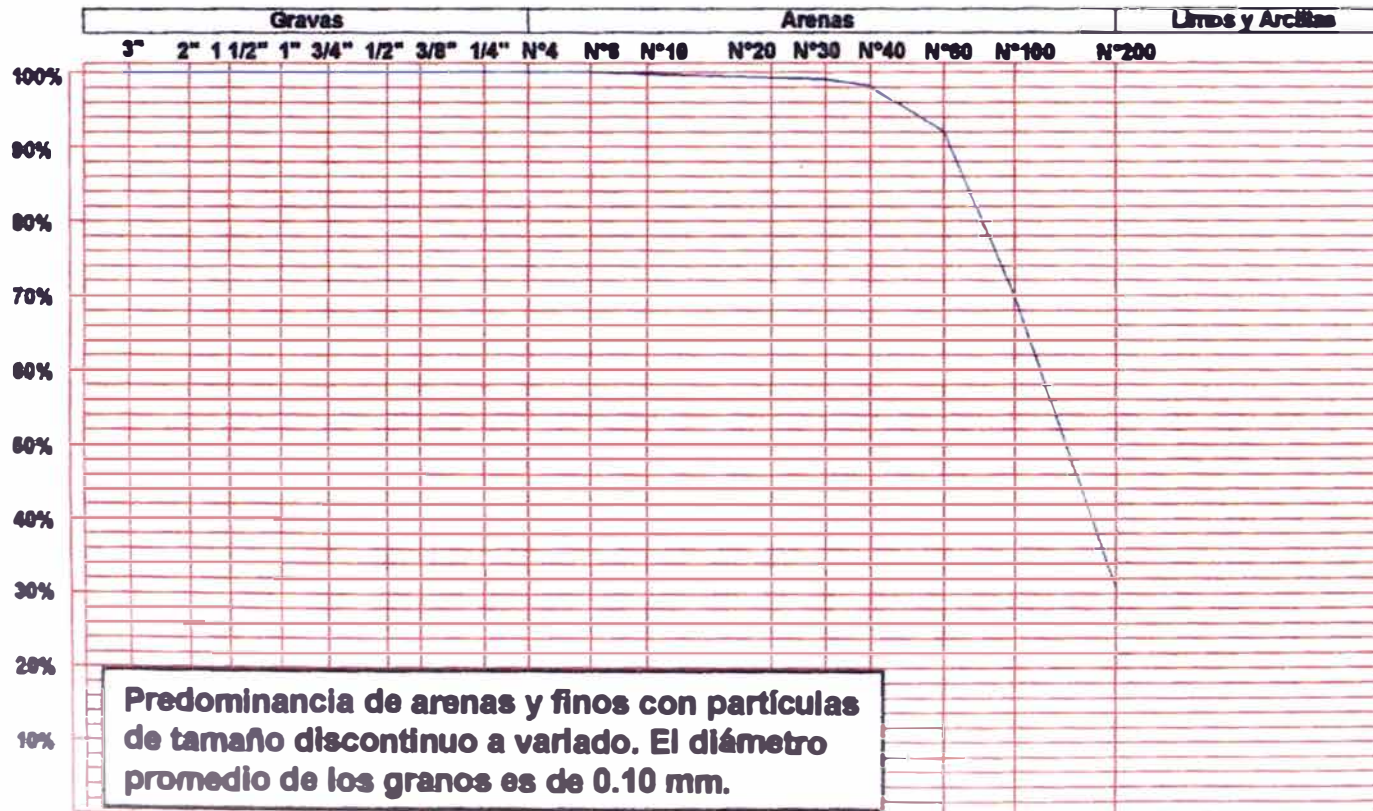


Figura N° 58

ESTACIÓN 19 (MARZO)

Mineralogía

Estación 19 (Marzo)	
Malla +6	Fragmentos de roca angulosos, cuarzo, micas, plagioclasa, mediana oxidación.
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, ilmenita, esfalerita.
Malla -80	Cuarzo, micas, magnetita, ilmenita, esfalerita, arcillas, carbonatos en muy poca cantidad.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 19	100%	89.8%	57.2%	52.4%	51.7%	51.4%	51.2%	50.7%	49.5%	43.0%	22.8%	7.7%

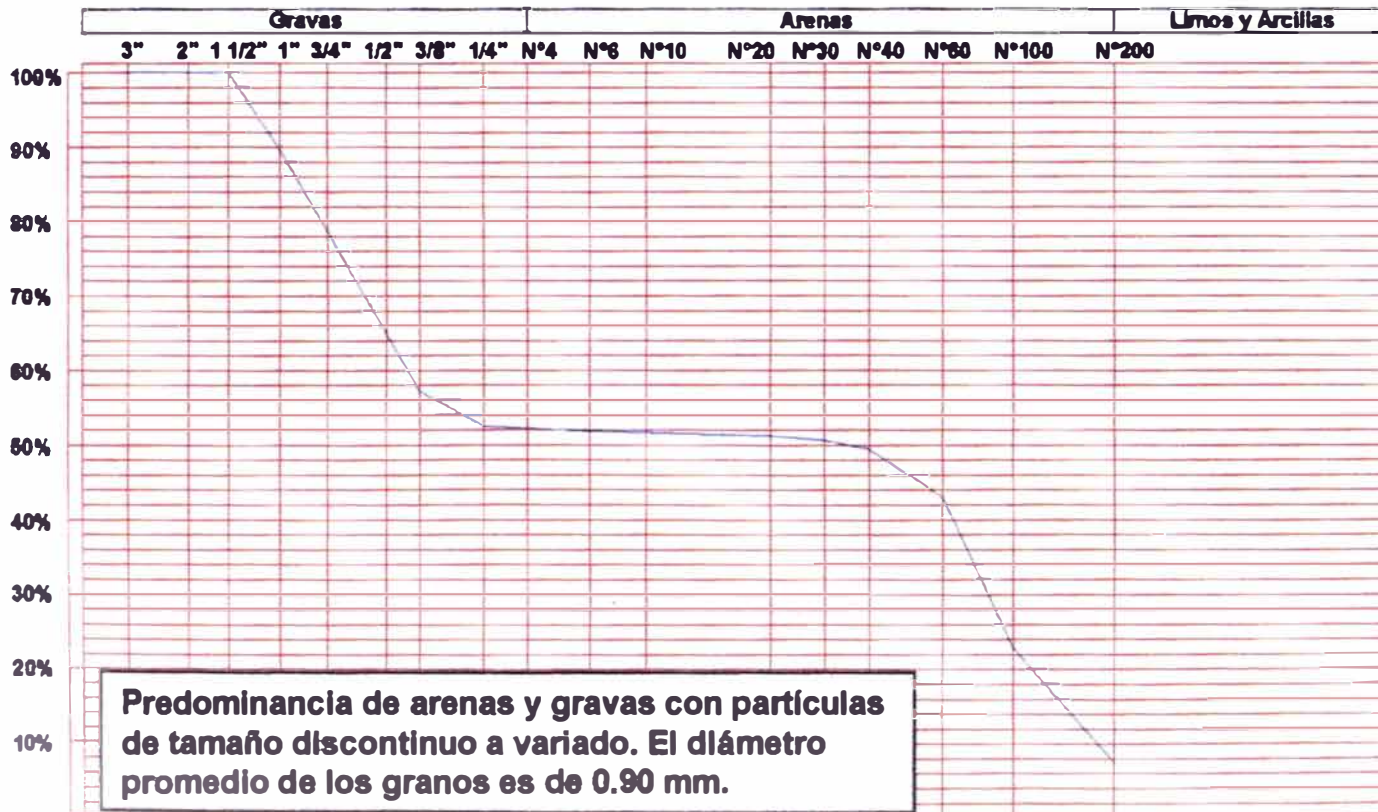


Figura N° 60

ESTACIÓN 20 (AGOSTO)

Mineralogía

Estación 20 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, silicificación, micas, pirita, esfalerita.
De Malla -6 a Malla +80	Abundante cuarzo, micas, ilmenita, esfalerita, pirita, calcopirita, poca cantidad de carbonatos.
Malla -80	Cuarzo, micas, ilmenita, circones, arcillas, esfalerita, mediana cantidad de carbonatos.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 20	100%	100%	100%	100%	99.6%	99.3%	98.9%	98.6%	98.2%	96.8%	81.6%	38.5%

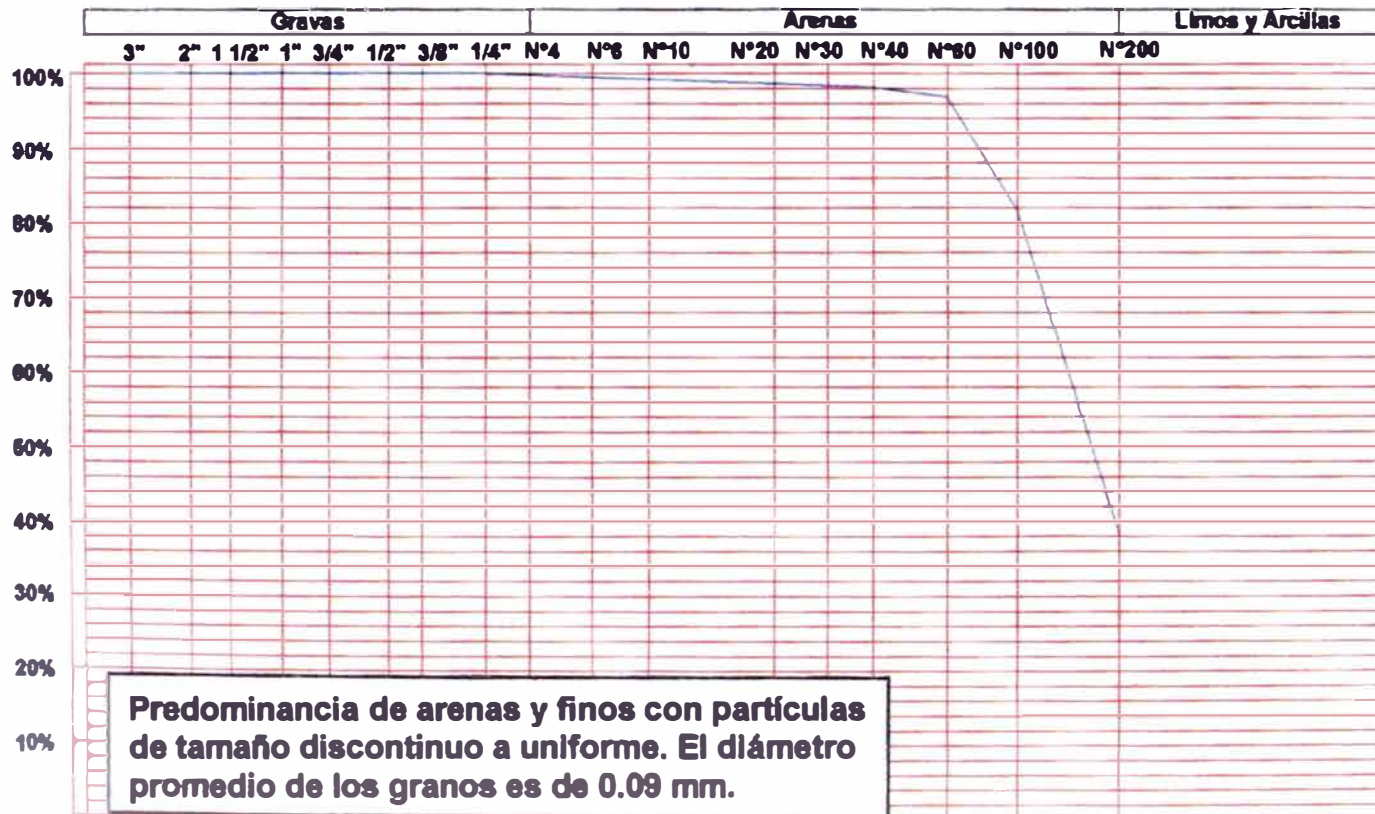


Figura N° 61

ESTACIÓN 20 (MARZO)

Mineralogía

Estación 20 (Marzo)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, esfalerita, ilmenita, rutilo, carbonatos en poca cantidad.
Malla -80	Cuarzo, micas, rutilo, esfalerita, magnetita, ilmenita, arcillas, carbonatos en mediana cantidad.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 20	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	99.4%	98.6%	93.9%	72.4%	33.8%	12.8%

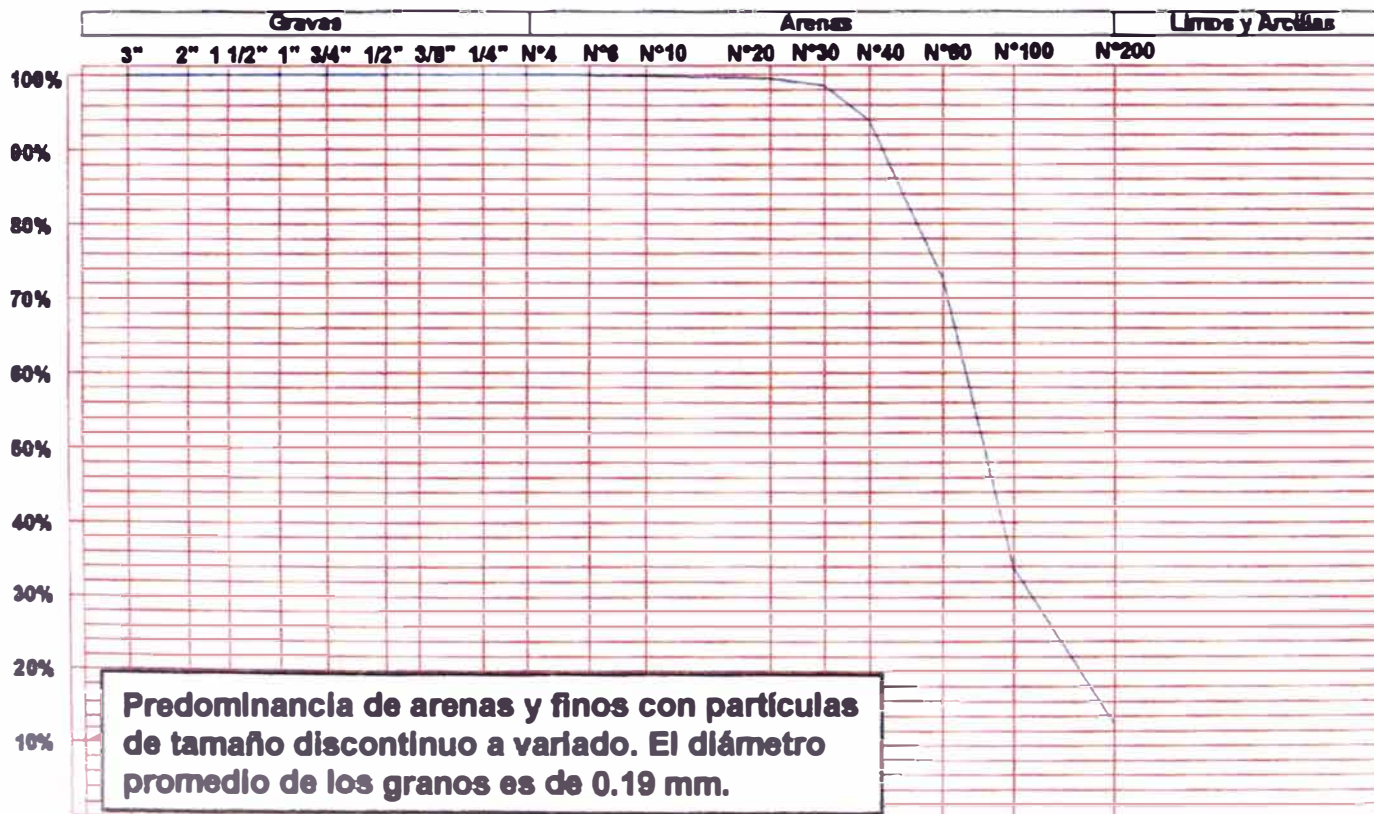


Figura N° 62

ESTACIÓN 21 (AGOSTO)

Mineralogía

Estación 21 (Agosto)	
Malla +6	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, silicificación, mediana oxidación.
De Malla -6 a Malla +80	Cuarzo, pirita, esfalerita, rutilo, fragmentos de roca, micas, ilmenita, ligera oxidación, muy poca cantidad de carbonatos.
Malla -80	Cuarzo, ilmenita, esfalerita, pirita, micas, rutilo, arcillas, muy ligera oxidación, poca cantidad de carbonatos.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2	M. 1"	M. 3/8	M. 1/4	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 21	100%	100%	100%	100%	99.8%	98.9%	94.2%	86.3%	68.4%	31.9%	7.7%	1.6%

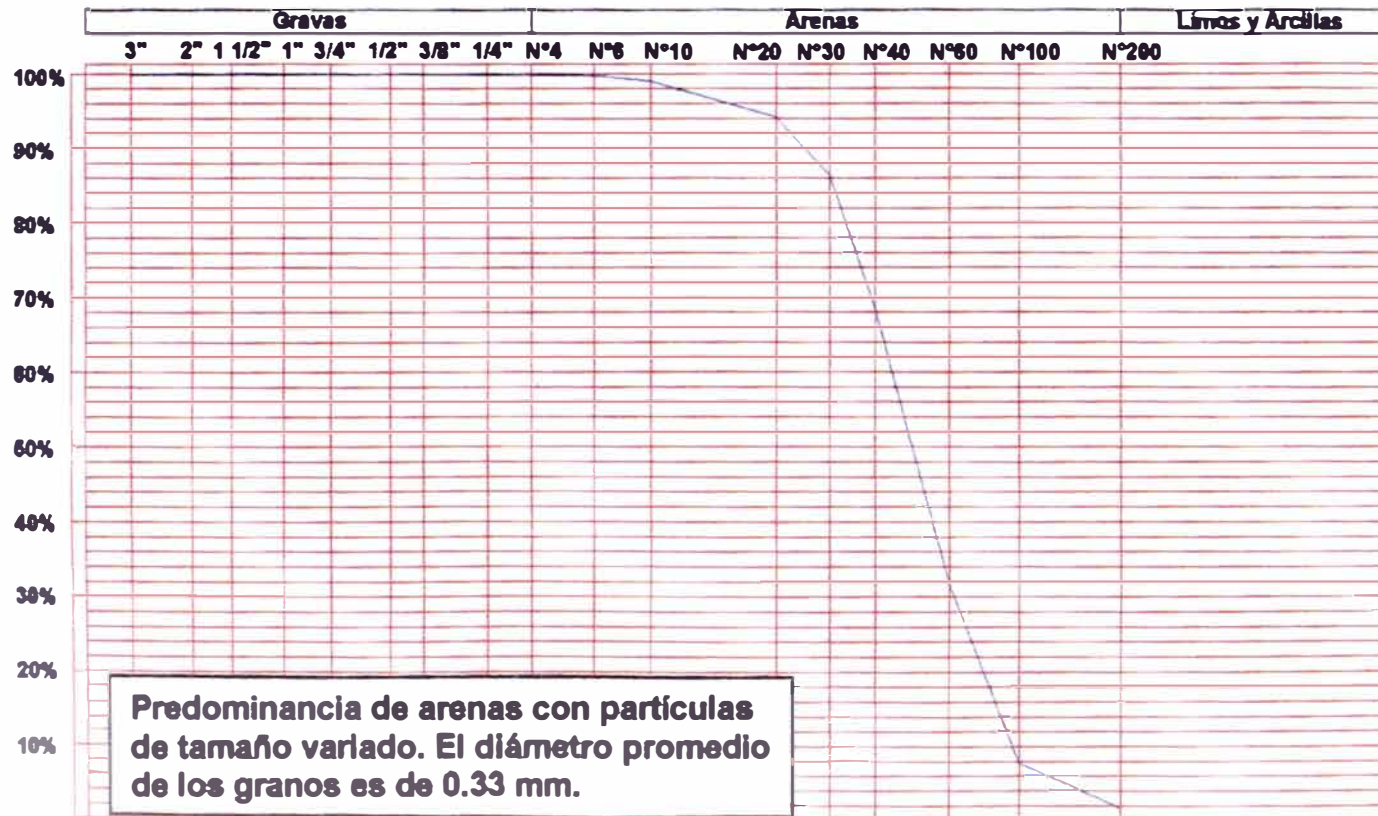


Figura N° 63

ESTACIÓN 21 (MARZO)

Mineralogía

Estación 21 (Marzo)	
Malla +6	(Vacío)
De Malla -6 a Malla +80	Fragmentos de roca, cuarzo, micas, magnetita, ilmenita, esfalerita, pirita, carbonatos en poca cantidad.
Malla -80	Cuarzo, micas, esfalerita, magnetita, ilmenita, arcillas, carbonatos en mediana cantidad.

Granulometría

Malla	M. 1 1/2"	M. 1"	M. 3/8"	M. 1/4"	M. N 6	M. N 10	M. N 20	M. N 30	M. N 40	M. N 60	M. N 100	M. N 200
Espesor (mm)	48	25	9.5	6.3	3.3	2	0.84	0.58	0.42	0.25	0.15	0.066
Estación 21	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99.7%	99.4%	99.1%	90.3%	32.7%	7.9%

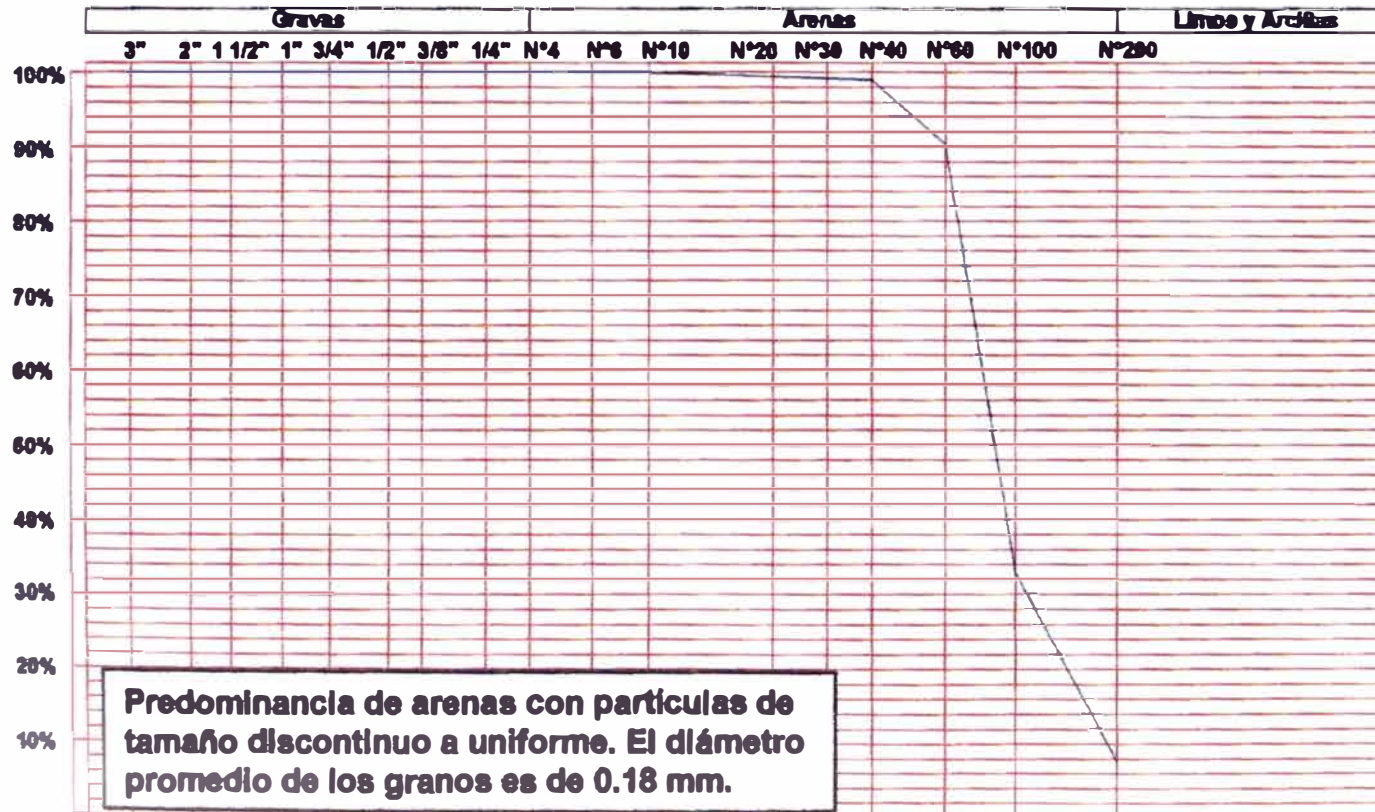


Figura N° 64

INTERPRETACIÓN DE LA MINERALOGÍA EN AGOSTO

		Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Malla Ret 6	Sulfuros	B	M	B	M	B	B	B	M	*	*	*	M	*	M	B
	Carbonatos	B	B	B	B	A	B	B	B	*	*	*	M	*	B	B
Malla Pas 6 a Ret 80	Sulfuros	B	M	B	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	M	B
	Carbonatos	M	B	B	B	A	B	B	B	B	B	B	A	B	B	B
Malla Pas 80	Sulfuros	B	M	B	M	B	M	M	M	B	B	M	B	M	M	M
	Carbonatos	A	M	B	B	A	M	B	B	B	B	B	A	B	M	B

INTERPRETACIÓN DE LA MINERALOGÍA EN MARZO

		Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Malla Ret 6	Sulfuros	M	*	*	B	*	*	M	*	M	*	*
	Carbonatos	B	*	*	B	*	*	B	*	B	*	*
Malla Pas 6 a Ret 80	Sulfuros	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Carbonatos	B	A	B	B	B	M	M	B	B	B	B
Malla Pas 80	Sulfuros	M	B	B	M	B	M	B	M	B	M	B
	Carbonatos	B	A	B	B	M	A	A	M	B	M	M

(*) : No queda retenido material en la malla
A : En alta proporción respecto al total
M : En mediana proporción respecto al total
B : En baja proporción respecto al total

INTERPRETACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA EN AGOSTO

		Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Gravas	Material	V	V	D	D	D	V	D	V	D	D	D	V	D	D	D
	Proporción	B	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Arenas	Material	V	V	DU	V	V	V	V	V	DU	DU	DV	V	DV	DU	V
	Proporción	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	M	A
Finos	Material	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Proporción	B	B	M	M	M	B	M	B	M	M	M	B	A	M	B

INTERPRETACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA EN MARZO

		Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Gravas	Material	D	D	D	V	D	D	D	D	V	D	D
	Proporción	B	B	B	M	B	B	B	B	M	B	B
Arenas	Material	V	DU	DU	V	DU	DV	DU	DV	DV	DV	DU
	Proporción	A	A	A	A	A	A	A	A	M	A	A
Finos	Material	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Proporción	B	B	M	B	M	M	M	M	B	M	B

Proporción

A : En alta proporción respecto al total

M : En mediana proporción respecto al total

B : En baja o nula proporción respecto al total

Material

(*) : No esta definido

V : Tamaño Variado

U : Tamaño Uniforme

D : Tamaño Discontinuo

DV : Empieza discontinuo y se vuelve variado

DU : Empieza discontinuo y se vuelve uniforme

11.4) METALES EN SEDIMENTO

Para el análisis de metales en suelos o sedimento se usa básicamente 2 tablas: Los valores guía extraídos de la legislación Canadiense para calidad de suelos en sus tres usos y Los Límites máximos permisibles en suelos (Criterio Holandés). La Contaminación en Sedimentos (LMP), se observa en el Plano N° 8 y en el Plano N° 9.

11.4.1) Cobre

Para este caso las tablas nos dan los siguientes valores:

- Tabla N° 20: Legislación Canadiense (Uso Agrícola = NE, Uso Residencial = NE, Uso Industrial = NE).
- Tabla N° 21: Límites máximos permisibles (Valor = 500 ppm).

Agosto

Todas las Estaciones se encuentran debajo del límite en el caso de LMP, excepto la Estación 4 (río Tablachaca antes del río Sarín) que pasa el límite de los LMP. (Figura N° 65, Figura N° 67, Tabla N° 56).

Marzo

Todas las Estaciones se encuentran debajo del límite en el caso de LMP. (Figura N° 66, Figura N° 67, Tabla N° 56).

11.4.2) Zinc

Para este caso las tablas nos dan los siguientes valores:

- Tabla N° 20: Legislación Canadiense (Uso Agrícola = 200 ppm, Uso Residencial = 200 ppm, Uso Industrial = 360 ppm).

- Tabla N° 21: Limites máximos permisibles (Valor = 3000 ppm).

Agosto

Casi todas las Estaciones se encuentran debajo de los límites. La Estación 4 (río Tablachaca antes del río Sarín) excede todos los límites, la Estación 20 (río Santa antes del río Tablachaca) excede el límite de los valores canadienses y la Estación 6 (río Tablachaca antes del río Conchucos), solo excede en el uso agrícola. (Figura N° 65, Figura N° 68, Tabla N° 57).

Marzo

Todas las Estaciones se encuentran debajo del límite en el caso de los Valores Canadienses y los LMP. (Figura N° 66, Figura N° 68, Tabla N° 57).

11.4.3) Plomo

Para este caso las tablas nos dan los siguientes valores:

- Tabla N° 20: Legislación Canadiense (Uso Agrícola = 70 ppm, Uso Residencial = 140 ppm, Uso Industrial = 600 ppm).

- Tabla N° 21: Limites máximos permisibles (Valor = 600 ppm).

Agosto

Casi todas las Estaciones se encuentran debajo de los límites. Solo la Estación 4 (río Tablachaca antes del río Sarín) excede al límite de uso agrícola. (Figura N° 69, Figura N° 71, Tabla N° 58).

Marzo

Todas las Estaciones se encuentran debajo del límite en el caso de los Valores Canadienses y los LMP. (Figura N° 70, Figura N° 71, Tabla N° 58).

11.4.4) Cadmio

Para este caso las tablas nos dan los siguientes valores:

- Tabla N° 20: Legislación Canadiense (Uso Agrícola = 1.4 ppm, Uso Residencial = 10 ppm, Uso Industrial = 22 ppm).
- Tabla N° 21: Limites máximos permisibles (Valor = 20 ppm).

Agosto

Con respecto a los LMP ninguna estación excede los límites; pero con respecto a la legislación canadiense en el uso agrícola solo se encuentra en el límite las Estaciones 10 (río Tablachaca después del río Angasmarca), 11 (río Tablachaca antes del río Sacaycacha), 15 y 16 (Desembocadura del río Boca Cabana al río Tablachaca). (Figura N° 72, Figura N° 74, Tabla N° 59).

Marzo

Todas las Estaciones se encuentran debajo del límite en el caso de los Valores Canadienses y los LMP. (Figura N° 73, Figura N° 74, Tabla N° 59).

11.4.5) Arsénico

Para este caso las tablas nos dan los siguientes valores:

- Tabla N° 20: Legislación Canadiense (Uso Agrícola = 12 ppm, Uso Residencial = 12 ppm, Uso Industrial = 12 ppm).

- Tabla N° 21: Límites máximos permisibles (Valor = 50 ppm).

Agosto

Todas las Estaciones se encuentran por encima del límite en el caso de los Valores Canadienses. Con respecto LMP se encuentran debajo del límite las Estaciones 5 (río Sarín), 15 (río Tablachaca antes del río Boca Cabana), 18 (río Ancos), 21 (río Santa después del río Tablachaca). (Figura N° 75, Figura N° 77, Tabla N° 60).

Marzo

Todas las Estaciones se encuentran por encima del límite en el caso de los Valores Canadienses. Con respecto LMP se encuentran debajo del límite las Estaciones 6 (río Tablachaca antes del río Conchucos), 16 (río Boca Cabana), 18 (río Ancos), 20 (río Santa antes del río Tablachaca). (Figura N° 76, Figura N° 77, Tabla N° 60).

11.4.6) Mercurio

Para este caso las tablas nos dan los siguientes valores:

- Tabla N° 20: Legislación Canadiense (Uso Agrícola = 6.6 ppm, Uso Residencial = 6.6 ppm, Uso Industrial = 50 ppm).

- Tabla N° 21: Límites máximos permisibles (Valor = 10 ppm).

Agosto

Todas las Estaciones se encuentran debajo del límite en el caso de los Valores Canadienses y los LMP. (Figura N° 78, Figura N° 80, Tabla N° 61).

Marzo

Todas las Estaciones se encuentran debajo del límite en el caso de los Valores Canadienses y los LMP. (Figura N° 79, Figura N° 80, Tabla N° 61).

11.5) ENSAYOS DE BIOTOXICIDAD

Para este ensayo de BT se utilizó el agua de la Estación 16 (río Boca Cabana), en época de estiaje, por ser el más contaminado en esta época del Año. El agua del río Boca Cabana en la época de estiaje, usada en los ensayos de Biototoxicidad, presentó las siguientes características

- PH: 5.45
- Conductividad: 1492 us
- Potencial Redox: 227 mv
- Sulfatos: 108.4 mg / L
- Turbidez: 4705 NTU
- Metales: **Cu**: 0.154 mg / L ; **Pb**: 0.181 mg / L ; **Cd**: 0.0094 mg / L ;
As: 0.2375 mg / L ; **Hg**: 0.00082 mg / L.

Según el primer y segundo ensayo de BT, la Curva Probit nos indica que el CL50 es: 43 % de concentración del agua del río. (Figura N° 81)

Según el tercer ensayo de mayor exactitud de BT, la Curva Probit nos indica que el CL50 es: 59 % de concentración del agua del río. (Figura N° 82)

Se concluye que la concentración del agua de este afluente, que es capaz de matar a la mitad de Daphnias es 59%. Es decir para matar a la mitad de Daphnias el agua del río Boca Cabana en época de estiaje, debe estar concentrada en un 59 %. (Agua destilada = 41% y Agua del río = 59 %).

CONC. DE COBRE Y ZINC EN SEDIMENTO (AGOSTO)

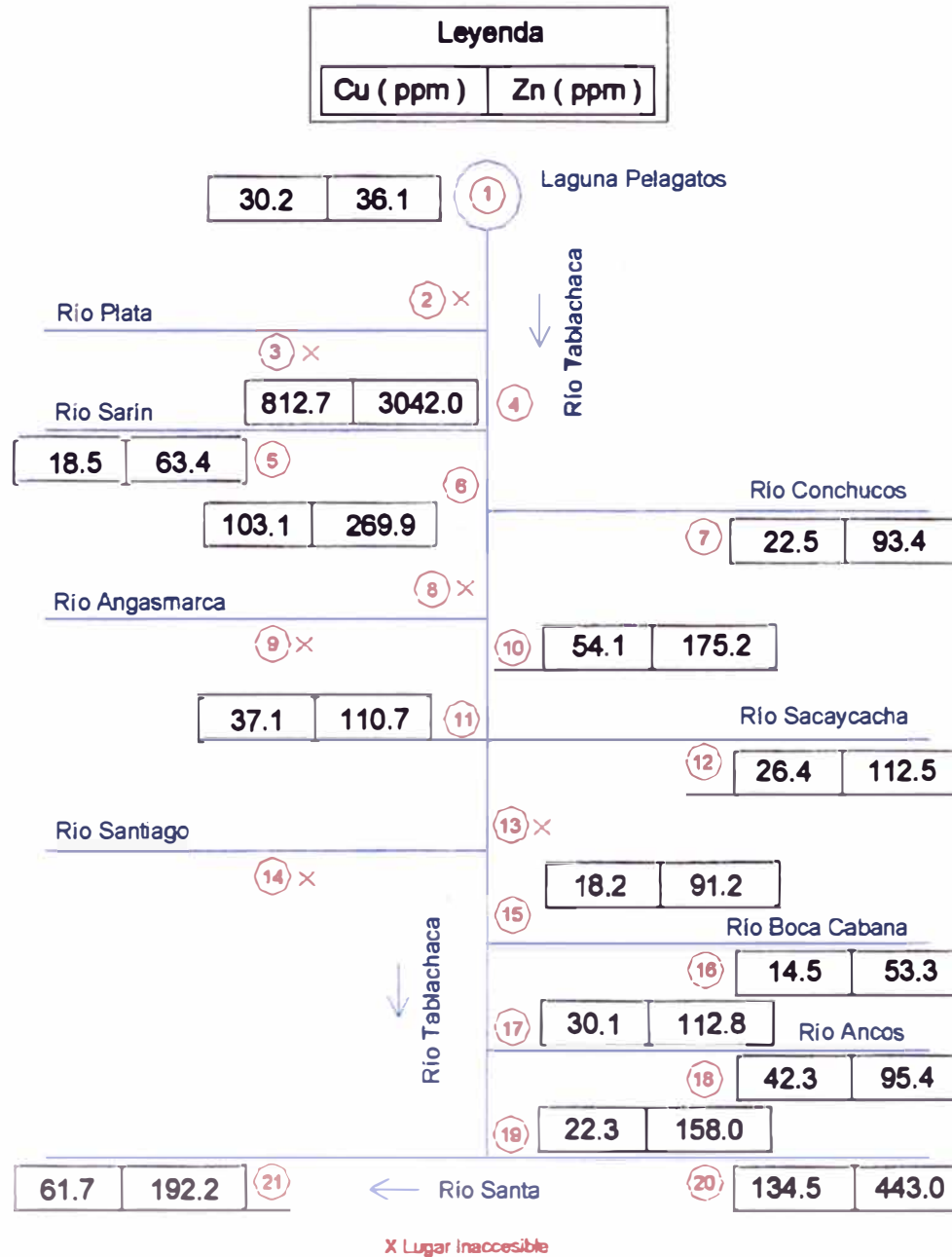


Figura N° 65

CONC. DE COBRE Y ZINC EN SEDIMENTO (MARZO)

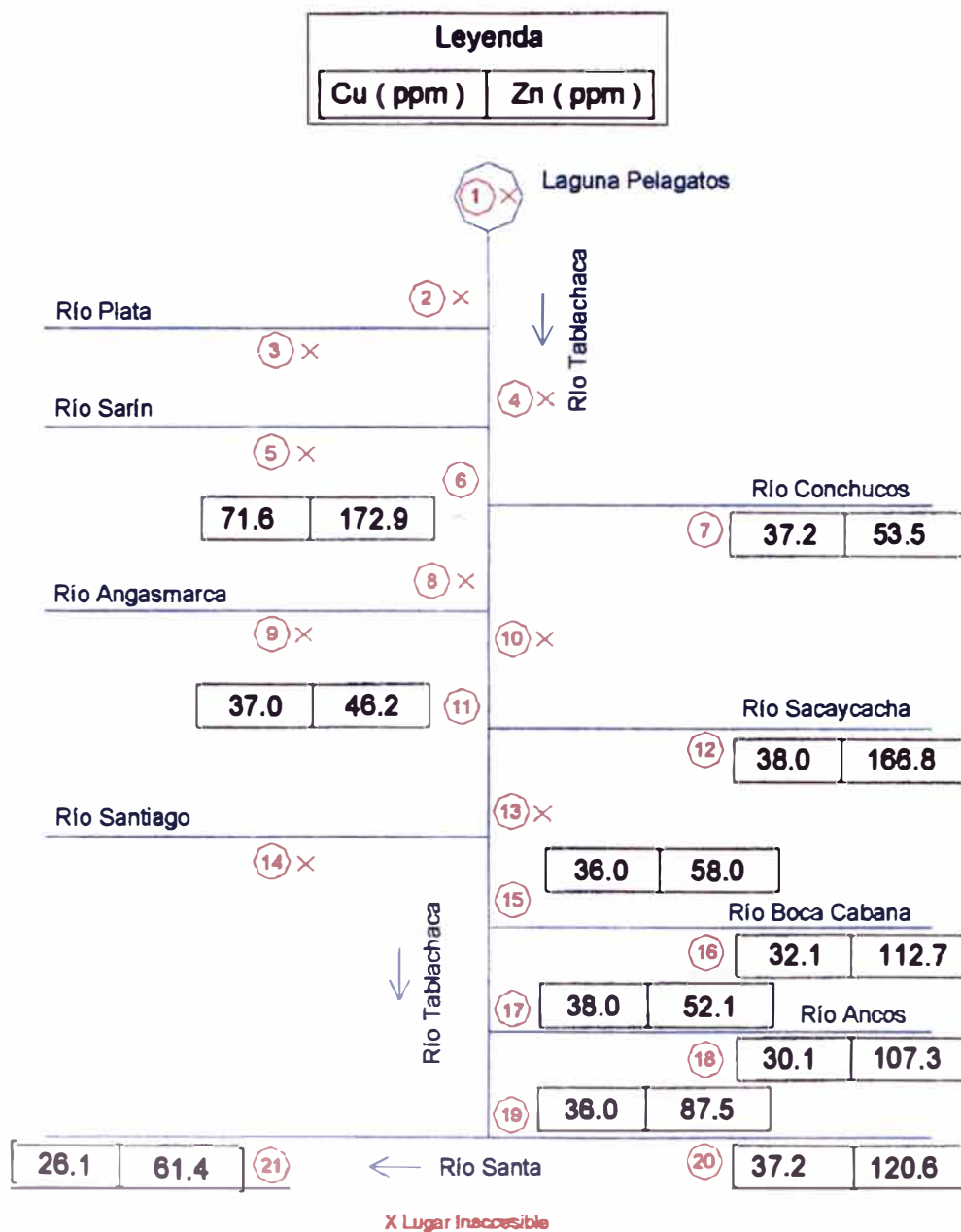
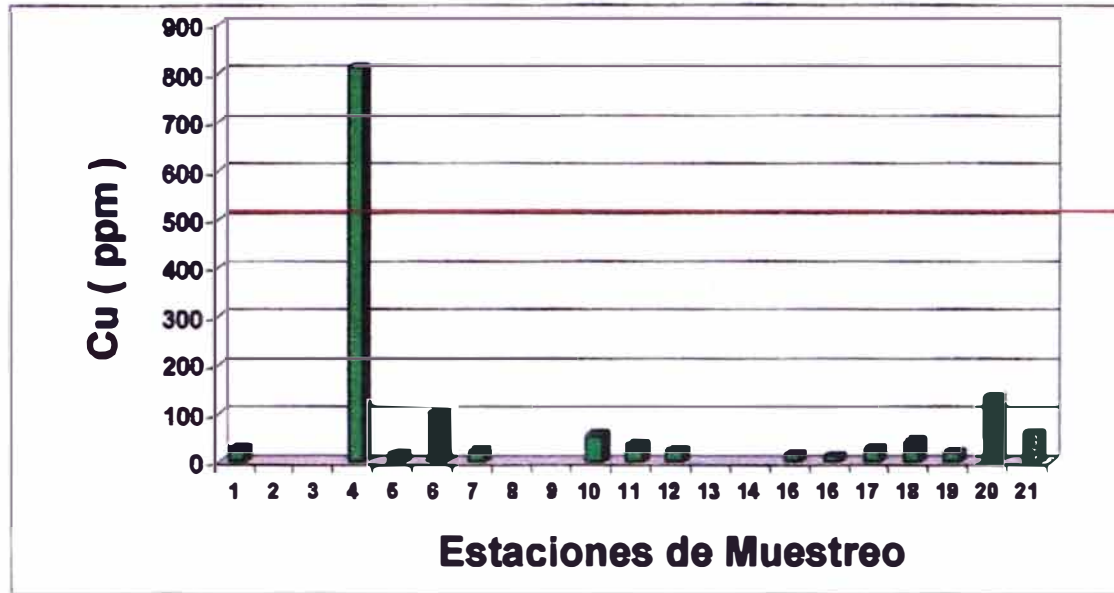


Figura Nº 66

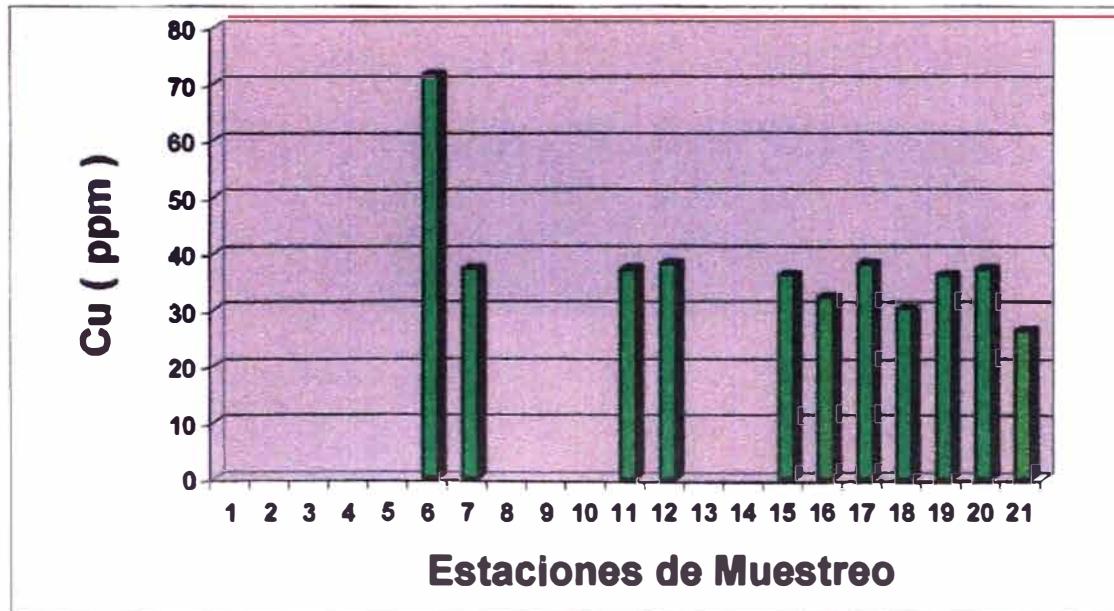
VARIACIÓN DE COBRE EN SEDIMENTO (AGOSTO Y MARZO)

Agosto
(Estiaje)



LMP
500 ppm

Marzo
(Lluvia)



LMP
500 ppm

Figura Nº 67

Obs. LMP: Límites máximos permisibles en suelos (Criterio Holandés).

VARIACIÓN DE ZINC EN SEDIMENTO (AGOSTO Y MARZO)

Agosto
(Estiaje)



LMP
3000 ppm

Marzo
(Lluvia)



LMP
3000 ppm

Figura N° 68

Obs. LMP: Límites máximos permisibles en suelos (Criterio Holandés).

INTERPRETACIÓN DEL COBRE EN SEDIMENTO (AGOSTO Y MARZO)

		Límites	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Legislación Canadá	Uso Agrícola	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Uso Residencial	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Uso Industrial	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Eurepeo (Holandesa)	LMP	500 ppm	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

		Límites	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Legislación Canadá	Uso Agrícola	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Uso Residencial	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Uso Industrial	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Eurepeo (Holandesa)	LMP	500 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

INTERPRETACIÓN DEL ZINC EN SEDIMENTO (AGOSTO Y MARZO)

		Límites	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Legislación Canadá	Uso Agrícola	200 ppm	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO
	Uso Residencial	300 ppm	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO
	Uso Industrial	360 ppm	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO
Eurepeo (Holandesa)	LMP	3000 ppm	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

		Límites	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Legislación Canadá	Uso Agrícola	200 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso Residencial	300 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso Industrial	360 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Eurepeo (Holandesa)	LMP	3000 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

SI : Pasan el límite
NO : No pasan el límite
NE : No se especifica límite

CONC. DE PLOMO EN SEDIMENTO (AGOSTO)

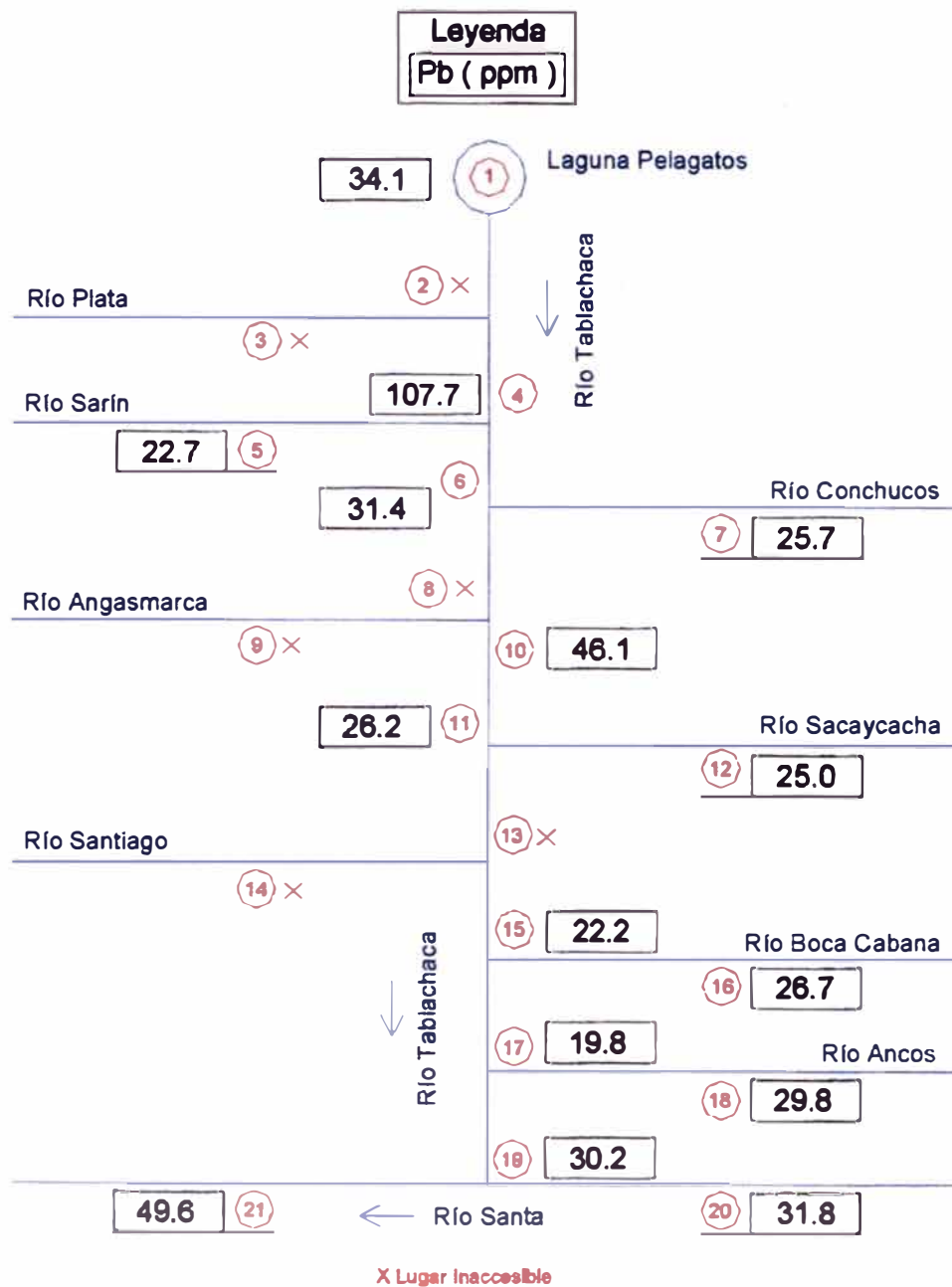


Figura N° 69

CONC. DE PLOMO EN SEDIMENTO (MARZO)

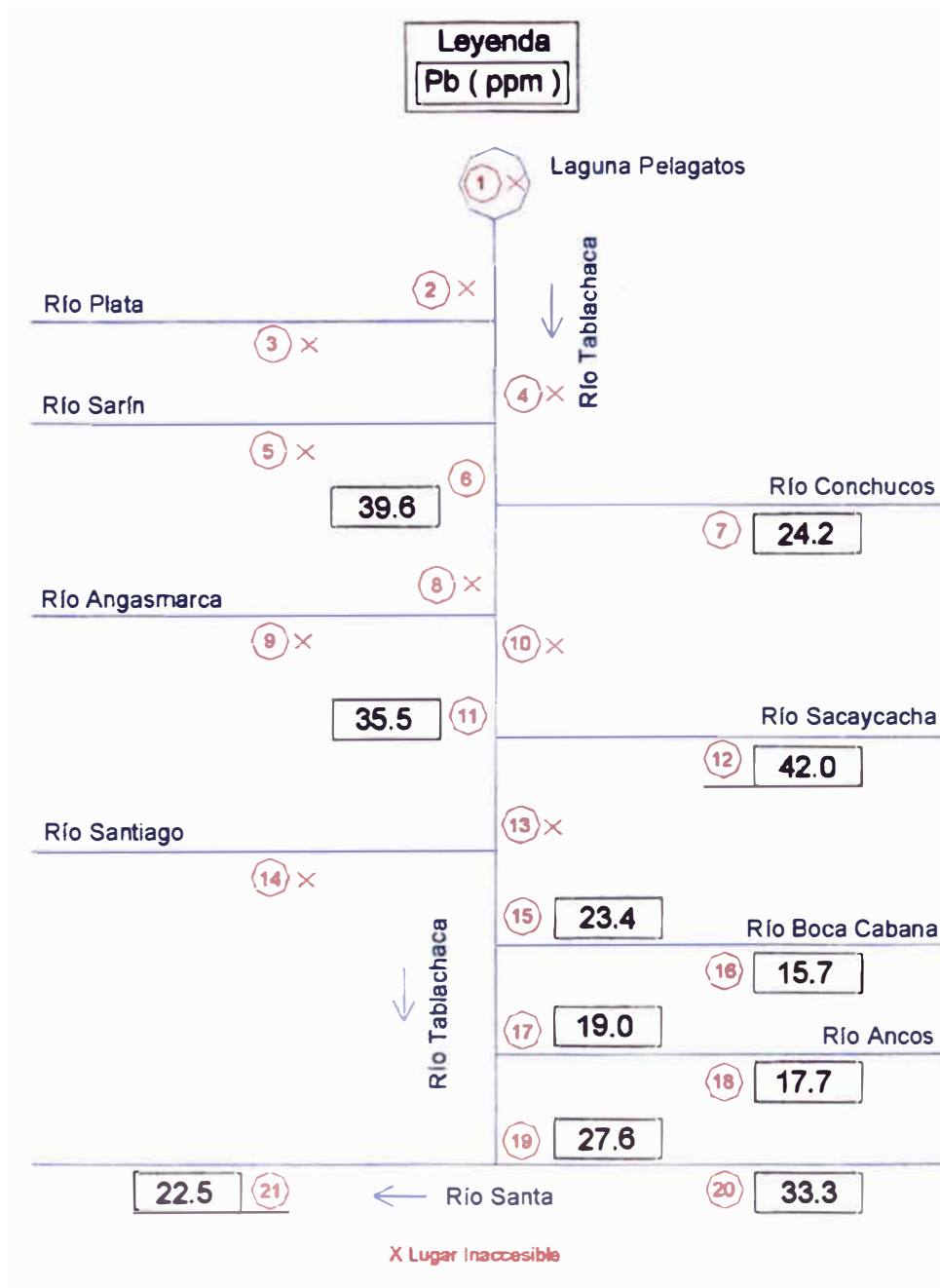


Figura N° 70

VARIACIÓN DE PLOMO EN SEDIMENTO (AGOSTO Y MARZO)

Agosto
(Estiaje)



LMP
600 ppm

Marzo
(Lluvia)



LMP
600 ppm

Figura N° 71

Obs. LMP: Límites máximos permisibles en suelos (Criterio Holandés).

CONC. DE CADMIO EN SEDIMENTO (AGOSTO)

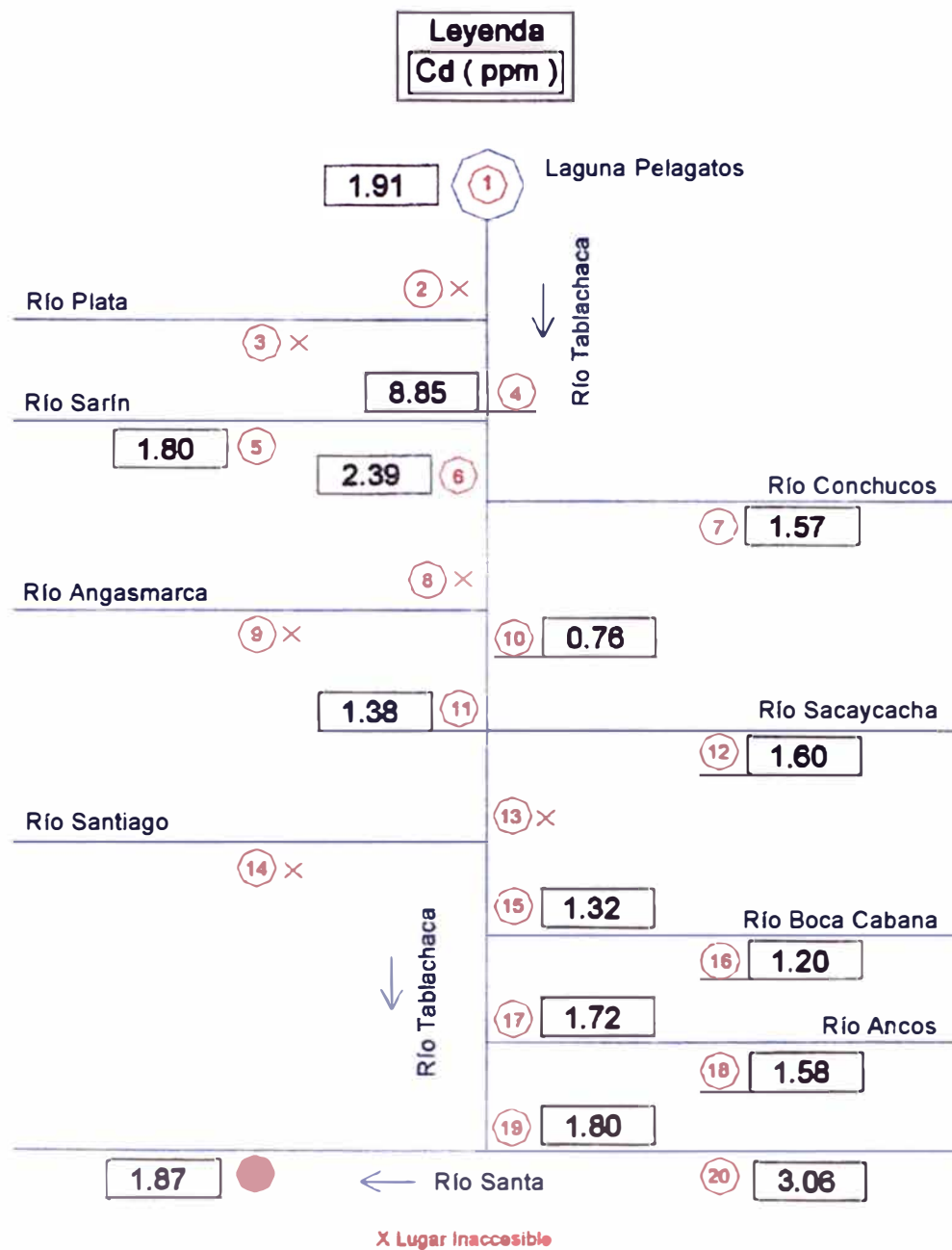


Figura Nº 72

CONC. DE CADMIO EN SEDIMENTO (MARZO)

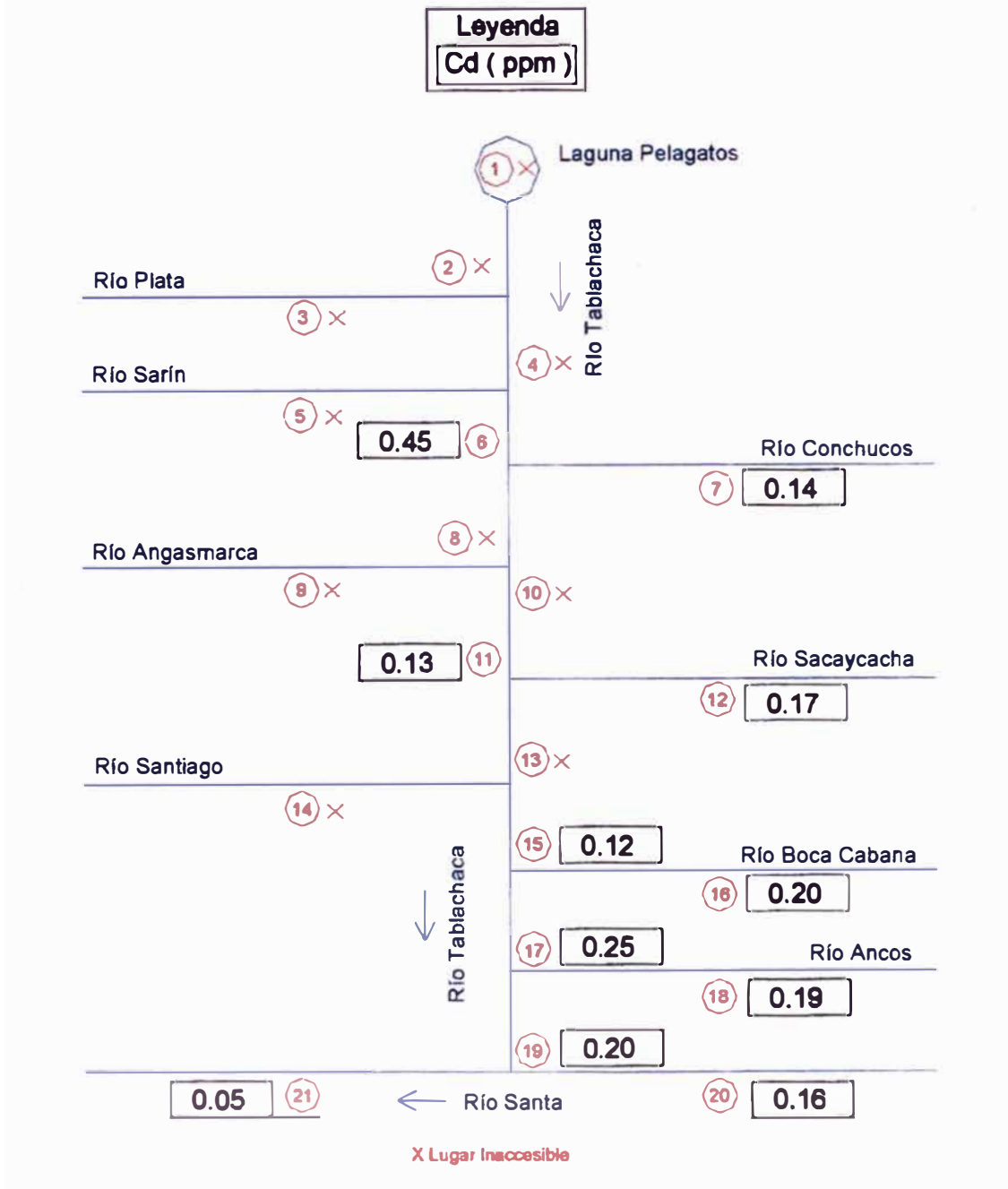


Figura N° 73

VARIACIÓN DE CADMIO EN SEDIMENTO (AGOSTO Y MARZO)

Agosto
(Estiaje)



LMP
20 ppm

Marzo
(Lluvia)



LMP
20 ppm

Figura N° 74

Obs. LMP: Límites máximos permisibles en suelos (Criterio Holandés).

INTERPRETACIÓN DEL PLOMO EN SEDIMENTO (AGOSTO Y MARZO)

		Límites	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Legislación Canadá	Uso Agrícola	70 ppm	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso Residencial	140 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso Industrial	600 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Eurepeo (Holandesa)	LMP	600 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

		Límites	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Legislación Canadá	Uso Agrícola	70 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso Residencial	140 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso Industrial	600 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Eurepeo (Holandesa)	LMP	600 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

INTERPRETACIÓN DEL CADMIO EN SEDIMENTO (AGOSTO Y MARZO)

		Límites	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Legislación Canadá	Uso Agrícola	1.4 ppm	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI
	Uso Residencial	10 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso Industrial	22 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Eurepeo (Holandesa)	LMP	20 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

		Límites	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Legislación Canadá	Uso Agrícola	1.4 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso Residencial	10 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso Industrial	22 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Eurepeo (Holandesa)	LMP	20 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

SI : Pasan el limite
NO : No pasan el limite
NE : No se especifica limite

CONC. DE ARSÉNICO EN SEDIMENTO (AGOSTO)

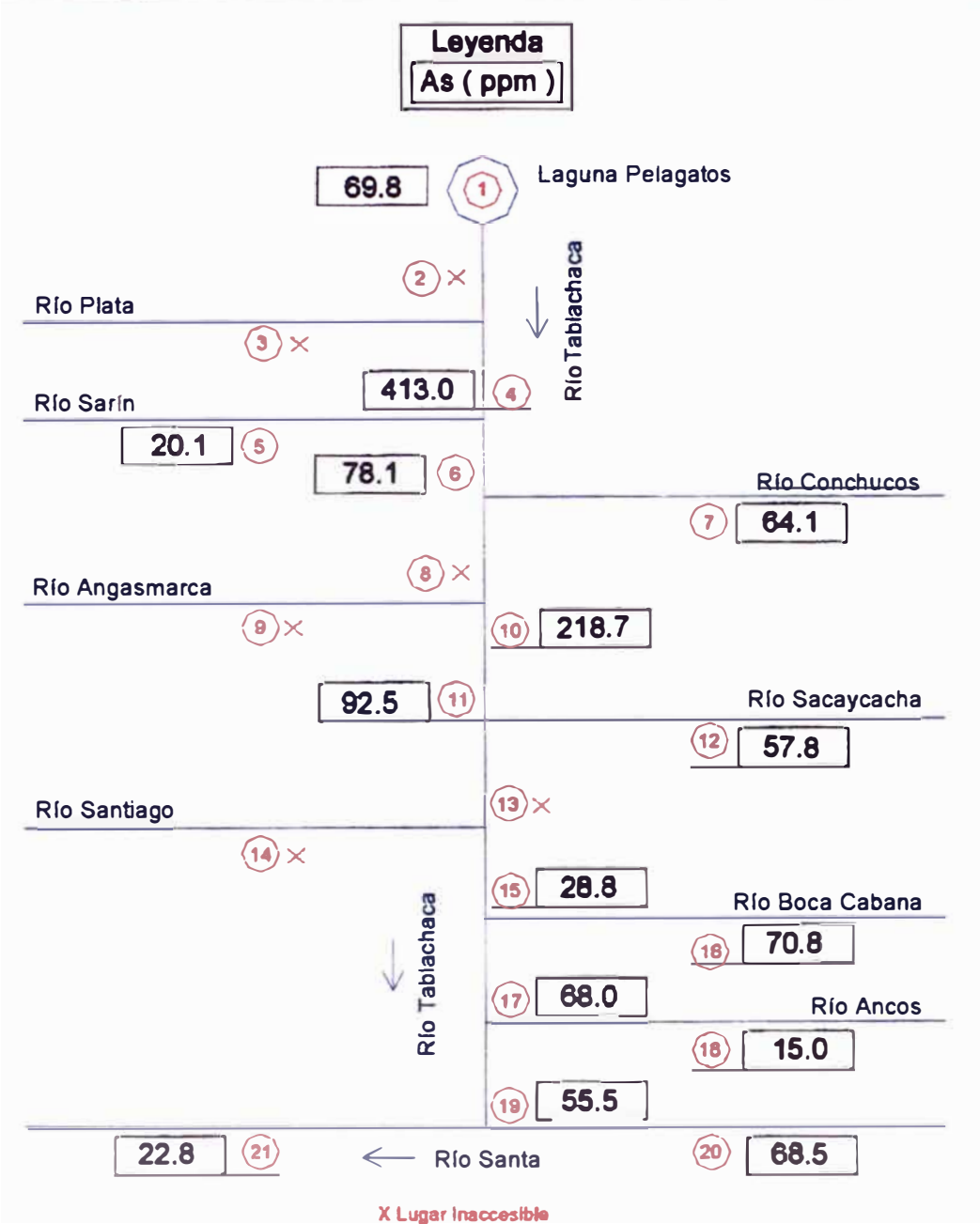


Figura Nº 75

CONC. DE ARSÉNICO EN SEDIMENTO (MARZO)

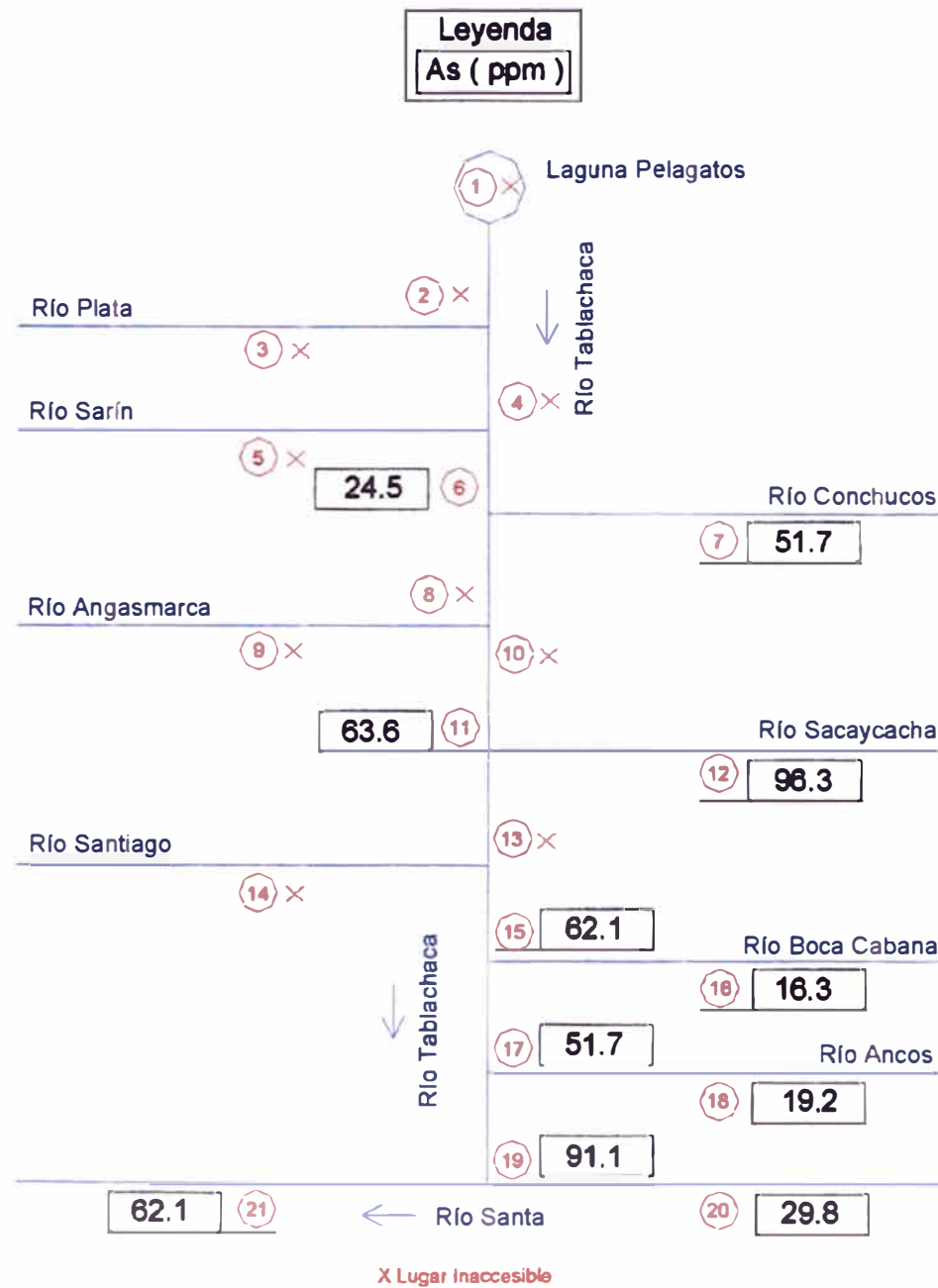


Figura N° 76

VARIACIÓN DE ARSÉNICO EN SEDIMENTO (AGOTO Y MARZO)

Agosto
(Estiaje)



LMP
50 ppm

Marzo
(Lluvia)



LMP
50 ppm

Figura N° 77

Obs. LMP: Límites máximos permisibles en suelos (Criterio Holandés).

CONC. DE MERCURIO EN SEDIMENTO (AGOSTO)

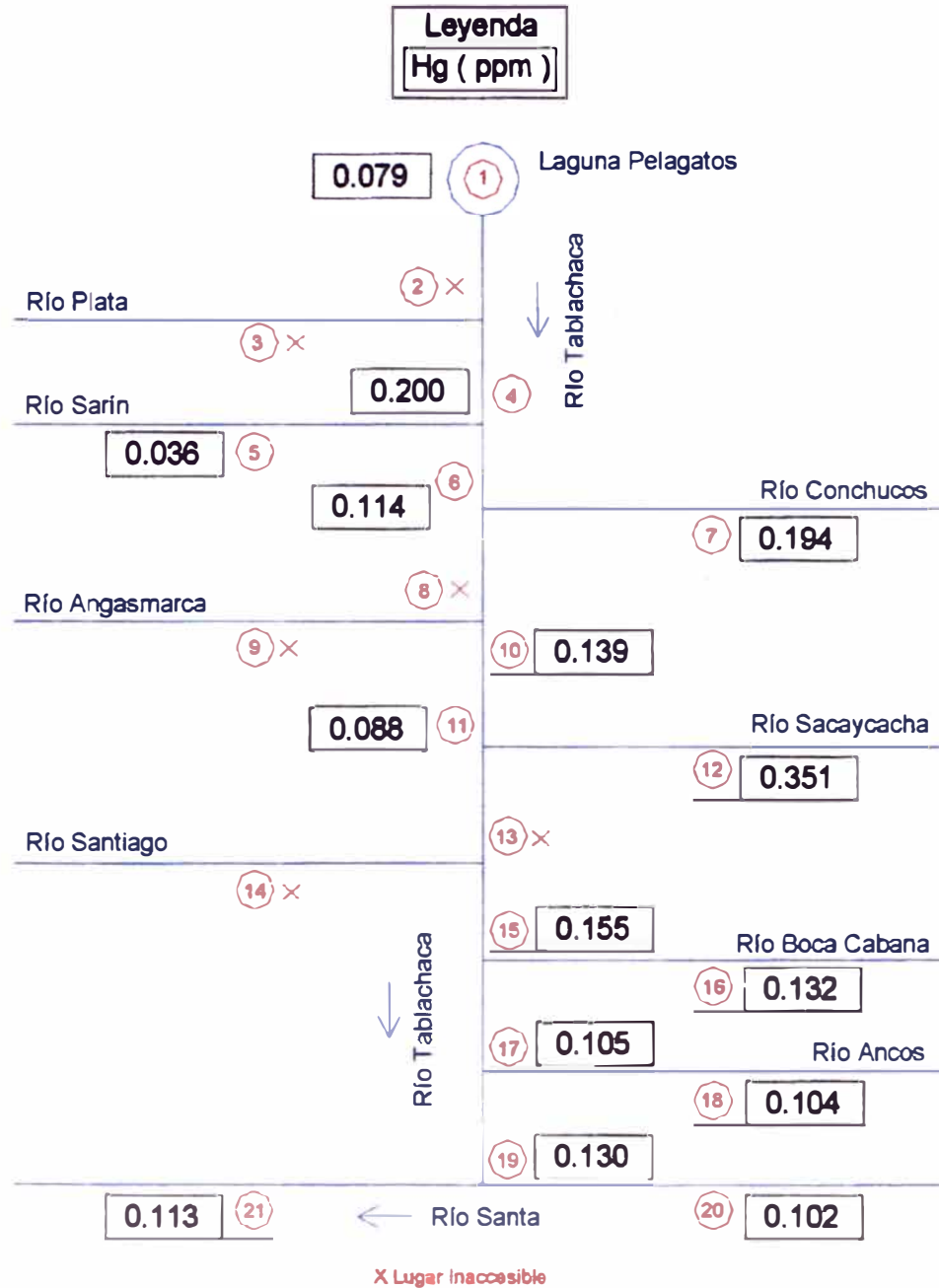


Figura N° 78

CONC. DE MERCURIO EN SEDIMENTO (MARZO)

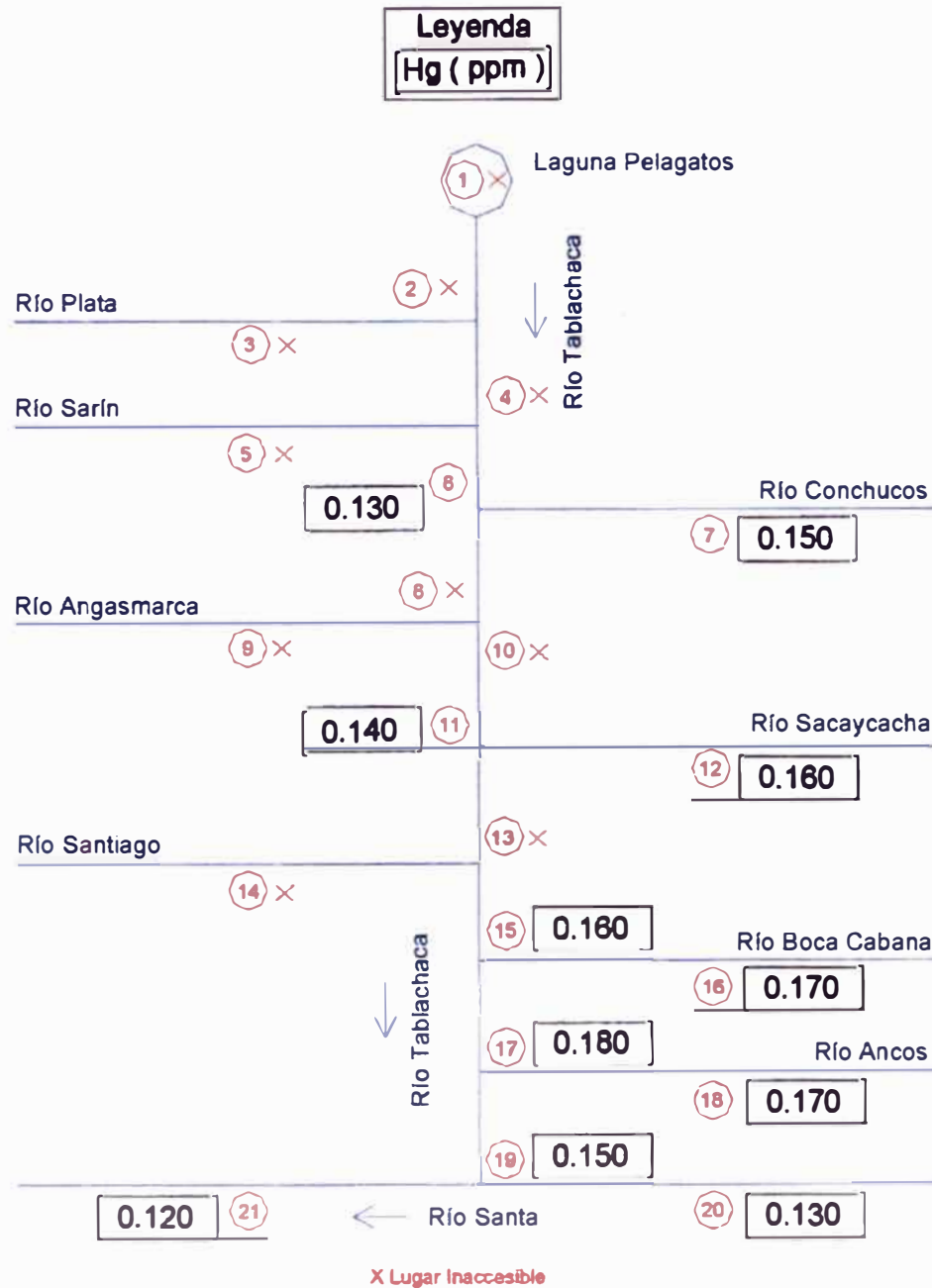


Figura N° 79

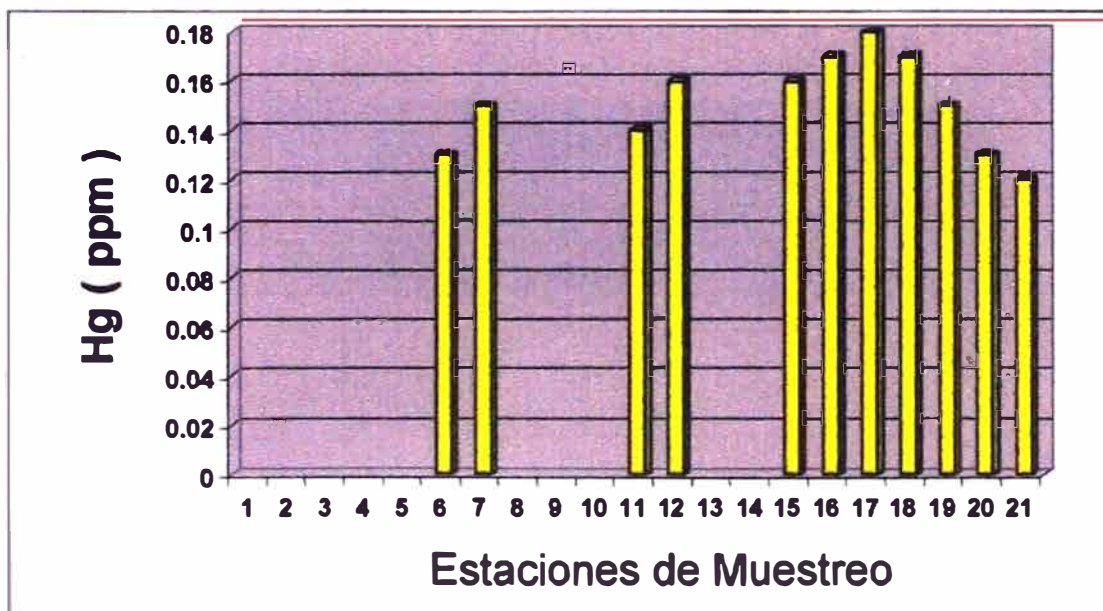
VARIACIÓN DE MERCURIO EN SEDIMENTO (AGOSTO Y MARZO)

Agosto
(Estiaje)



LMP
10 ppm

Marzo
(Lluvia)



LMP
10 ppm

Figura N° 80

Obs. LMP: Límites máximos permisibles en suelos (Criterio Holandés).

INTERPRETACIÓN DEL ARSÉNICO EN SEDIMENTO (AGOSTO Y MARZO)

		Límites	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Legislación Canadá	Uso Agrícola	12 ppm	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Uso Residencial	12 ppm	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Uso Industrial	12 ppm	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Eurepeo (Holandesa)	LMP	50 ppm	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO

		Límites	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Legislación Canadá	Uso Agrícola	12 ppm	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Uso Residencial	12 ppm	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Uso Industrial	12 ppm	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Eurepeo (Holandesa)	LMP	50 ppm	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI

INTERPRETACIÓN DEL MERCURIO EN SEDIMENTO (AGOSTO Y MARZO)

		Límites	Est 1	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 10	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Legislación Canadá	Uso Agrícola	6.6 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso Residencial	6.6 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso Industrial	50 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Eurepeo (Holandesa)	LMP	10 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

		Límites	Est 6	Est 7	Est 11	Est 12	Est 15	Est 16	Est 17	Est 18	Est 19	Est 20	Est 21
Legislación Canadá	Uso Agrícola	6.6 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso Residencial	6.6 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Uso Industrial	50 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Eurepeo (Holandesa)	LMP	10 ppm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

SI : Pasan el límite
NO : No pasan el límite
NE : No se especifica límite

PRIMER Y SEGUNDO ENSAYO DE BIOTOXICIDAD (CL50)

Porcentaje de Organismos Vivos (%)

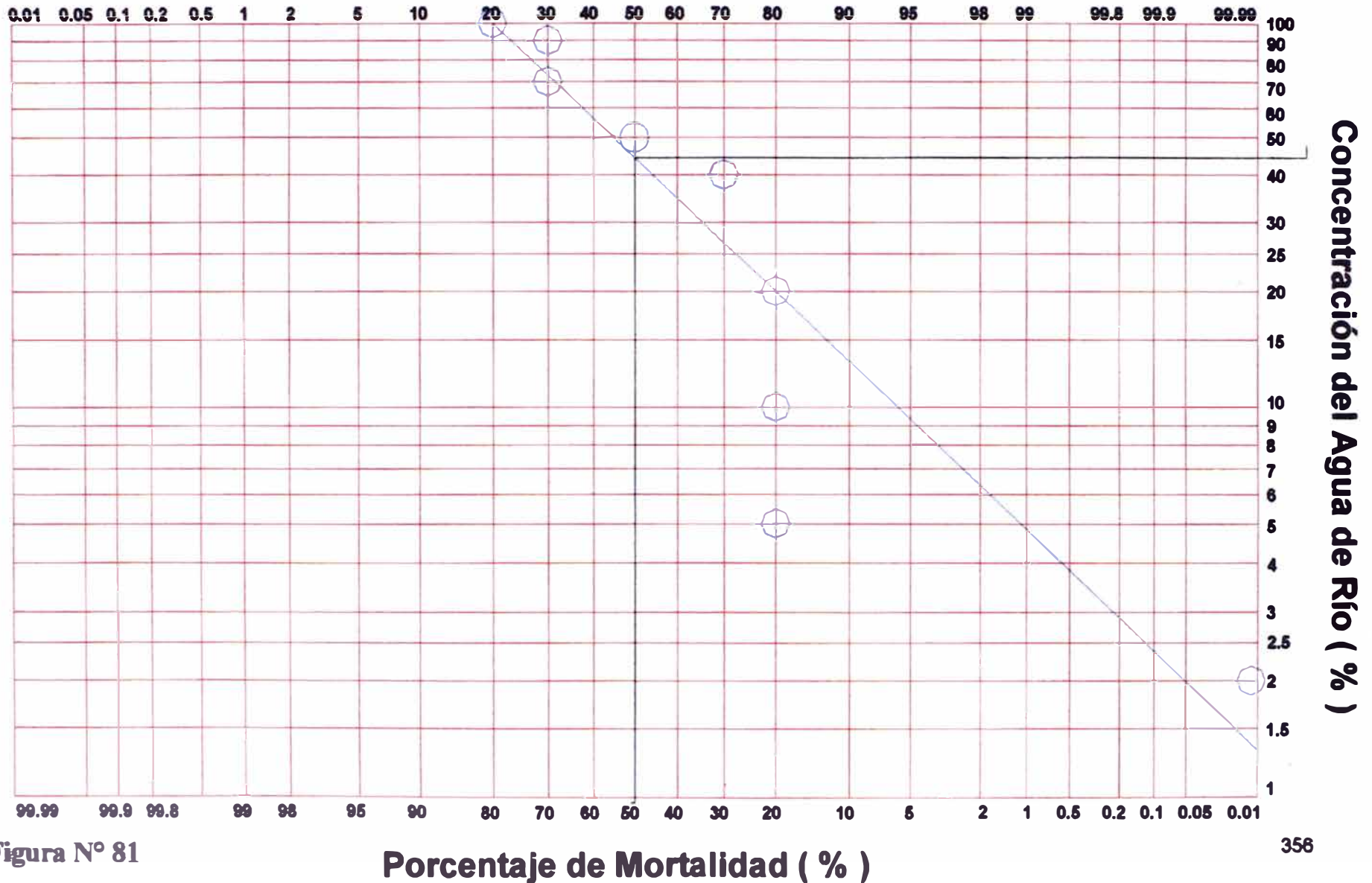


Figura N° 81

TERCER ENSAYO DE BIOTOXICIDAD (CL50)

Porcentaje de Organismos Vivos (%)

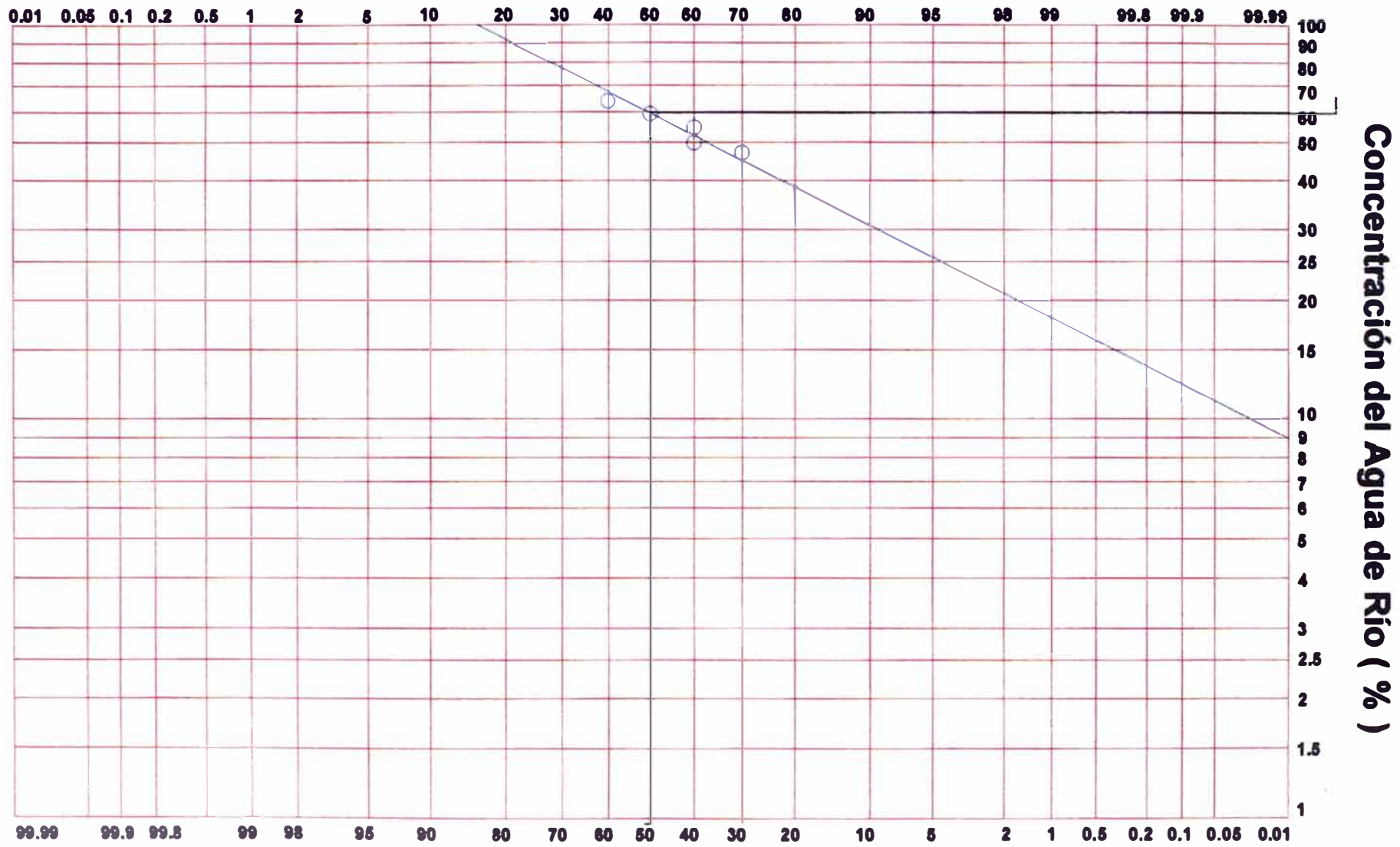


Figura N° 82

Porcentaje de Mortalidad (%)

11.6) IMPACTOS AMBIENTALES EN LA CUENCA

11.6.1) Agricultura

La agricultura en la parte baja de la cuenca es casi nula, esto quiere decir que los afluentes más cercanos a la desembocadura del río Tablachaca, como son el río Boca Cabana y el río Ancos, son los que aportan mayor cantidad de contaminantes. A su vez esta contaminación ha llegado hasta el agua del subsuelo en muchas zonas, evitando de esta manera el desarrollo de la agricultura en gran parte de la cuenca, principalmente en la parte baja.

11.6.2) Ganadería

La ganadería de la cuenca es escasa al igual que la agricultura, casi la totalidad de la ganadería que presenta la cuenca, se encuentra cerca de los lugares poblados. Gran parte de la fauna toma el agua principalmente de acequias cercana a los lugares poblados y no de los ríos en si, razón por la cual, gran parte de la fauna no recibe los efectos dañinos de los elementos contaminantes presentes en el río Tablachaca y sus afluentes.

11.6.3) Comunidades

Las comunidades prácticamente no se encuentra afectada por la contaminación de los ríos de la zona, ya que al igual que el caso de la ganadería, gran parte de la población usa el agua proveniente de represas y acequias ubicadas en las zonas más altas de la cuenca, cerca de nevados; esta agua llega a los hogares, es hervida y bebida por los pobladores. El agua desechada por los pobladores recién es vertida al río Tablachaca o a sus afluentes.

11.7) MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN LA CUENCA

- Para el caso de la población, una medida muy importante sería la construcción de represas para el almacenamiento del agua, como es el caso de la represa de Cochapampa en el distrito de Tauca. De esta manera aseguramos la salud de las poblaciones de la cuenca. (Fotografía N° 46)
- Se recomendaría a los pobladores realizar las labores de pajeo de ganado en las zonas altas de la cuenca, ya que en esta zona se encuentran acequias y vegetación que no está afectada por la contaminación de los ríos.
- Con respecto a las minas de la zona, se debe realizar un tratamiento de los efluentes antes de ser lanzados al río. El gran inconveniente que presentan estas minas, es que son minas de pequeña y mediana minería y el control de los efluentes por las autoridades es muy escaso.
- El problema principal de contaminación que presenta casi toda la cuenca es el exceso de sólidos suspendidos (Turbidez), por lo que se recomendaría instalar algunas plantas de tratamiento de agua en la cuenca, donde los tratamientos de acuerdo al grado de contaminación serían principalmente: sedimentación, neutralización, precipitación (con sulfato de aluminio y polímeros), decantación y filtración; también se podría usar la biorremediación. Para reducir la turbidez, se puede usar además coagulantes y floculantes.
- Para el caso de suelos o sedimentos y el agua contaminada del subsuelo se deben usar métodos como la fitorremediación. Este método es muy económico, se realizan plantaciones y las raíces de estas plantas, generalmente árboles, absorben los elementos contaminantes.

Represa de Cochapampa



Esta represa se encuentra ubicada en el distrito de Tauca, en la provincia de Pallasca; es la principal fuente de abastecimiento de agua de este distrito.

12) CONCLUSIONES

- El río más contaminado de la cuenca según la LGA (Uso III) en Plomo y Arsénico, en época de estiaje, es el río Boca Cabana; y en época de lluvias, es el río Tablachaca, antes de la desembocadura del río Ancos y el río Tablachaca antes de la desembocadura río Sacaycacha.
- Los caudales del río Tablachaca a 500 metros aguas arriba de la desembocadura son los siguientes: en la época de estiaje es $8.1 \text{ m}^3/\text{seg}$ aprox. y en la época de lluvias es $53.46 \text{ m}^3/\text{seg}$ aprox.
- El río Ancos en la época seca, con un pH 5.9 y una conductividad de 2980 us, presenta el mayor contenido de sulfatos equivalente a 509.5 mg/L; según el contenido de sulfatos, este río es el que tiene mayor preponderancia a generar drenaje ácido en esta época del año.
- Según la LGA (Uso III). El río Santa recibe la contaminación de Plomo y Arsénico del río Tablachaca en la desembocadura, de éste, ya que antes de esta desembocadura, el río Santa se encuentra prácticamente descontaminado de estos metales. Esta contaminación de Plomo y Arsénico aumenta en la época de lluvia.
- Según la LGA (Uso III). El Cadmio es el contaminante que se encuentra en menor proporción en la cuenca, la mayor cantidad de Cadmio se encuentra en el río Boca Cabana en la época de estiaje.
- En la cuenca el Arsénico y el Mercurio superan muchos de los límites permisibles (para la salud humana, la irrigación, el ganado etc), en las dos épocas del año; el Plomo supera varios de los límites, pero solo en la época de lluvia.

- Según los LMP, el lugar donde los sedimentos presentan la mayor contaminación de Cobre, Zinc y Arsénico en la época de estiaje es en el río Tablachaca, antes de la desembocadura del río Sarín. En la época de lluvias la mayor contaminación de Arsénico es en el río Sacaycacha.

- El río Sacaycacha presenta alta cantidad de Arsénico y Mercurio tanto en agua como en sedimento en ambas épocas del año; esto es probablemente debido a las minas de oro de explotación artesanal, presentes en esta subcuenca.

- El río Conchucos presenta un alto potencial neto de neutralización PNN en ambas épocas del año; el río Tablachaca antes de la desembocadura del río Conchucos y el río Tablachaca antes de desembocar al río Santa, son los lugares que presentan los menores PNN, en ambas épocas del año. El río Tablachaca antes de la desembocadura del río Sacaycacha y el río Sacaycacha presentan bajo PNN, pero solo en la época de lluvias.

El agua del río Boca Cabana en la época de estiaje, usada en los ensayos de Biotoxicidad, presentó las siguientes características:

- PH: 5.45
- Conductividad: 1492 us
- Potencial Redox: 227 mv
- Sulfatos: 108.4 mg / L
- Turbidez: 4705 NTU
- Metales: **Cu:** 0.154 mg / L ; **Pb:** 0.181 mg / L ; **Cd:** 0.0094 mg / L ;
As: 0.2375 mg / L ; **Hg:** 0.00082 mg / L.

Según este análisis, usando la Curva Probit, se determinó que para matar a la mitad de Daphnias, el agua del río Boca Cabana en época de estiaje debe estar concentrada en un 59 %.

- La actividad que recibe el mayor impacto ambiental es la agricultura, ya que la ganadería y las comunidades consumen el agua principalmente de acequias que provienen de los nevados y las partes altas de la cuenca.

- Los métodos principales para mitigar la contaminación en el agua superficial, de acuerdo al nivel de contaminación en la cuenca o subcuencas, podrían ser los siguientes:

- Sedimentación
- Neutralización
- Precipitación (Usando sulfato de aluminio y polímeros)
- Decantación
- Filtración
- Biorremediación
- Coagulantes y Floculantes (Para reducir la turbidez)

- Para el caso de la mitigación de la contaminación del suelo y sedimentos se podrían utilizar métodos como la fitorremediación.

13) RECOMENDACIONES

- Ampliar el estudio ambiental de la subcuenca del río Boca Cabana y del río Sarín.
- Realizar un estudio de biomagnificación de flora y fauna de la laguna Pelagatos, especialmente realizar bioensayos con truchas (fauna de la laguna) y a su vez hacer evaluaciones toxicológicas a las truchas de la laguna; ya que esta agua tiene un pH de 4.8 en la época de estiaje.
- Buscar la mitigación de los contaminantes en la cuenca usando métodos convencionales y geoambientales (uso de la ingeniería para solucionar problemas ambientales).
- Establecer proyectos de mitigación alternativos como es la biorremediación para la aguas contaminadas (usando bacterias), con asesoramiento constante de Biólogos.
- Ampliar el estudio sobre las zonas de vulnerabilidad en la cuenca, evaluando de esta manera como son afectados los caminos y las aguas, y a partir de esto plantear las soluciones respectivas.
- Realizar un estudio ambiental hidrogeológico en la cuenca, para evaluar el flujo y la contaminación de las aguas subterráneas.
- Evaluar minuciosamente la granulometría, permeabilidad, entre otros parámetros en los sedimentos de la cuenca, logrando de esta manera la ubicación de posibles canteras.

14) BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

14.1) BIBLIOGRAFÍA

Introducción y Ubicación

- Información obtenida por experiencia personal.
- Información proporcionada por la Municipalidad de Cabana – Ancash.
- Información proporcionada por la Municipalidad de Santiago de Chuco – La Libertad.
- Antonio Garcia Lopez: Bajo el sol del Tablachaca, 206 páginas.

Aspectos Legales

- Separatas del Curso de Minería y Medio Ambiente, 10mo Ciclo UNI. Msc. Mendoza A.

Geología

- INGEMMET (1964): Geología de los cuadrángulos de Santiago de Chuco y Santa Rosa. Boletín 8, 69 páginas.
- INGEMMET (1995): Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari. Boletín 60, 84 páginas.
- SGP (1940): Evolución de los Andes. Boletín 10, 54 páginas.
- Samamé, Mario (1980): El Perú Minero - Tomo 3, Geología. 353 páginas
- Archivo de Minas de las provincias de Pallasca - Ancash y Santiago de Chuco La Libertad (INGEMMET).

Hidrología

- Antonio Garcia Lopez: Bajo el sol del Tablachaca, 206 páginas.

Monitoreo Ambiental

- Información del Curso de Monitoreo de Aguas en el Sector Minero, realizado por el Centro Peruano de Desarrollo y Producción. Marzo 2006.
- Información del Curso de Índices e Indicadores Ambientales: Construcción y Aplicación para Evolución y Seguimiento Ambiental, realizado por el Centro Peruano de Desarrollo y Producción. Mayo 2004.
- Separatas del Curso de Minería y Medio Ambiente, 10mo Ciclo UNI. Msc. Mendoza A.
- Organización mundial de la salud (1990): Manual y de evaluación y manejo de sustancias tóxicas en aguas superficiales; 2.A.II.16 pag. a 2.A.II.21 pag.

Biotoxicidad

- American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF) (1992): Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales; 8-1 pag. a 8-46 pag.
- American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF) (1992): Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales; 8-94 pag. a 8-98 pag.
- Organización mundial de la salud (1990): Manual y de evaluación y manejo de sustancias tóxicas en aguas superficiales; 2.A.II.16 pag. a 2.A.II.21 pag.

Contaminación

- Separatas del Curso de Minería y Medio Ambiente, 10mo Ciclo UNI. Msc. Mendoza A.
- Información del Curso de Monitoreo de Aguas en el Sector Minero, realizado por el Centro Peruano de Desarrollo y Producción. Marzo 2006.
- Información del Curso de Índices e Indicadores Ambientales: Construcción y Aplicación para Evolución y Seguimiento Ambiental, realizado por el Centro Peruano de Desarrollo y Producción. Mayo 2004.

Impactos de la Actividad Minera

- Separatas del Curso de Minería y Medio Ambiente, 10mo Ciclo UNI. Msc. Mendoza A.
- Información del Curso de Monitoreo de Aguas en el Sector Minero, realizado por el Centro Peruano de Desarrollo y Producción. Marzo 2006.
- Información del Curso de Índices e Indicadores Ambientales: Construcción y Aplicación para Evolución y Seguimiento Ambiental, realizado por el Centro Peruano de Desarrollo y Producción. Mayo 2004.

14.2) WEBGRAFÍA

Aspectos Legales

http://www.elistore.org/reports_detail.asp?ID=10655&topic=Mining

<http://www.gaia.org.mx/informacion/boletin3.html>

<http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/basicinfo.html>

http://www.minem.gob.pe/dgaam/normas_normasgen.asp

http://www.minem.gob.pe/dgaam/normas_esp.asp

http://www.minem.gob.pe/dgaam/normas_tecdisamb.asp

Geología

http://www.minem.gob.pe/archivos/dgm/publicaciones/public27/conten/frame_conten.htm

[http://64.233.187.104/search?q=cache:z_psKGPuzKEJ:www.minem.gob.pe/mineria/inversiones/exposiciones/Reporte final inventario pasivos epa 14 07 04.pdf+proyecto+de+eliminaci%C3%B3n+de+pasivos+ambientales+EPA&hl=es](http://64.233.187.104/search?q=cache:z_psKGPuzKEJ:www.minem.gob.pe/mineria/inversiones/exposiciones/Reporte+final+inventario+pasivos+epa+14+07+04.pdf+proyecto+de+eliminaci%C3%B3n+de+pasivos+ambientales+EPA&hl=es)

Hidrología

http://www.portalagrario.gob.pe/hidro_cuenca_princ.shtml

http://www.minem.gob.pe/ambientales/publicaciones/evats/santa/santa_i.htm

Biotoxicidad

<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/>
<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/459/cap2.html>
<http://cidta.usal.es/cidta/Analisis/Ecotoxicidad/ecotoxicidad.htm>
<http://ecotoxicologia.blogspot.com/2006/05/evaluacin-de-la-ecotoxicidad-de.html>
<http://www.perros-purasangre.com.mx/pps19/DAPHNIA0PULEX.html>
<http://aquagarden.iespana.es/trucos.htm>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Cobre>
<http://www.epa.gov/epaoswer/other/mining/minedock/id/id4-copp.pdf>
<http://elacuarista.com/alimentos/daphnias.htm>
<http://www.virtualfish.cl/detalle.asp?id=129>

Contaminación

<http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/cobre.htm>
<http://www.tupediatra.com/mnyy/med-natural/mnyy14.htm>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Cadmio>
http://www.uclm.es/users/higueras/MGA/Tema08/Minerales_salud_4_1.htm
http://www.uclm.es/users/higueras/MGA/Tema08/Minerales_salud_4_3.htm
<http://www.miliarium.com/Monografias/Arsenico/Toxicidad/Toxicidad.asp>
<http://www.epa.gov/epaoswer/other/mining/minedock/id.htm>
<http://www.epa.gov/epaoswer/other/mining/minedock/id/id4-ars.pdf>
<http://www.epa.gov/epaoswer/other/mining/minedock/id/id4-cad.pdf>
<http://www.epa.gov/epaoswer/other/mining/minedock/id/id4-copp.pdf>
<http://www.epa.gov/epaoswer/other/mining/minedock/id/id4-pb.pdf>
<http://www.epa.gov/epaoswer/other/mining/minedock/id/id4-merc.pdf>
<http://www.epa.gov/epaoswer/other/mining/minedock/id/id4-zin.pdf>
<http://www.tupediatra.com/mnyy/med-natural/mnyy14.htm>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Cadmio>
http://www.uclm.es/users/higueras/MGA/Tema08/Minerales_salud_4_1.htm

http://www.uclm.es/users/higuera/MGA/Tema08/Minerales_salud_4_3.htm

<http://www.miliarium.com/Monografias/Arsenico/Toxicidad/Toxicidad.asp>

<http://www.epa.gov/epaoswer/other/mining/minedock/id.htm>

<http://www.epa.gov/epaoswer/other/mining/minedock/id/id4-ars.pdf>

<http://www.epa.gov/epaoswer/other/mining/minedock/id/id4-cad.pdf>

<http://www.epa.gov/epaoswer/other/mining/minedock/id/id4-copp.pdf>

<http://www.epa.gov/epaoswer/other/mining/minedock/id/id4-pb.pdf>

<http://www.epa.gov/epaoswer/other/mining/minedock/id/id4-merc.pdf>

<http://www.epa.gov/epaoswer/other/mining/minedock/id/id4-zin.pdf>

Impactos de la Actividad Minera

http://www.snmpe.org.pe/pdfs/Informe_Quincenal/EEES-IQ-07-2004-IA.pdf

Mitigación

<http://www.engineering.ualberta.ca/geotechnical/geoenvironmental.cfm>

<http://www.mtas.es/insht/EncOIT/pdf/tomo2/63.pdf>

<http://www.frtr.gov/matrix2/section1/toc.html>

<http://www.frtr.gov/matrix2/section1/toc.html#Sec4>

<http://www.frtr.gov/matrix2/section1/toc.html#Sec5>

15) APÉNDICES

APÉNDICE 1: PLANOS

- Plano N° 1: Plano Geológico

- Plano N° 2: Plano Metalogénico

- Plano N° 3: Hidrografía de la Cuenca y las Subcuencas

- Plano N° 4: Zonas de Vulnerabilidad relacionadas a Deslizamientos

- Plano N° 5: Zonas Agrícolas y Ganaderas

- Plano N° 6: Plano de Contaminación en Agua en la época de Estiaje (Agosto)

- Plano N° 7: Plano de Contaminación en Agua en la época de Lluvias (Marzo)

- Plano N° 8: Plano de Contaminación en Sedimentos en la época de Estiaje
(Agosto)

- Plano N° 9: Plano de Contaminación en Sedimentos en la época de Lluvias
(Marzo)

VER:

PLANO N°1

PLANO N°2

PLANO N°3

PLANO N°4

PLANO N°5

PLANO N°6

PLANO N°7

PLANO N°8

PLANO N°9