

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



TRASLADO Y ADAPTABILIDAD DE BOFEDALES PARA LA
VIABILIDAD AMBIENTAL DEL PROYECTO MINERO INMACULADA
UBICADO EN EL DISTRITO DE OYOLO, PROVINCIA DE PAUCAR DEL
SARA SARA– REGIÓN DE AYACUCHO

TESIS

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS
CON MENCIÓN EN MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE

ELABORADO POR:

JULIO CESAR MINGA

ASESOR

M.Sc. JORGE TOVAR PACHECO

LIMA – PERÚ

DICIEMBRE, 2014

DEDICATORIA

A mi madre Susana, pilar fundamental de mi vida, quien me enseñó el amor a Dios y al prójimo, su tenacidad y lucha marcaron en mi vida, un gran ejemplo a seguir y destacar.

A mi familia, quienes depositaron su entera confianza en cada paso y reto que se presenta.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento especial al equipo de Medio Ambiente del Proyecto Minero Inmaculada de Cía. Minera Ares SAC, por el constante apoyo durante la investigación realizada en campo, gracias a ello, tuve la oportunidad de culminar los aspectos experimentales en la presente; asimismo un especial agradecimiento a mis asesores de tesis, M.Sc. Jorge Tovar Pacheco y M.Sc. David Romero Ríos por haberme brindado la orientación técnica científica y su disponibilidad en transmitirme conocimientos y experiencia para el desarrollo de la investigación.

ÍNDICE

TRASLADO Y ADAPTABILIDAD DE BOFEDALES PARA LA VIABILIDAD AMBIENTAL DEL PROYECTO MINERO INMACULADA UBICADO EN EL DISTRITO DE OYOLO, PROVINCIA DE PAUCAR DEL SARA SARA – REGIÓN DE AYACUCHO

RESUMEN	I
ABSTRACT.....	II
INTRODUCCIÓN	III
1. CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
FUNDAMENTO DEL PROBLEMA.....	1
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
ALCANCE.....	2
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1.1 <i>Objetivo General</i>	2
1.1.2 <i>Objetivo Específicos</i>	2
1.1.3 <i>Delimitación del contenido</i>	3
1.1.4 <i>Delimitación geográfica</i>	3
1.1.5 <i>Justificación</i>	3
1.1.6 <i>Limitaciones</i>	4
1.1.7 <i>Hipótesis</i>	5
2. CAPITULO II: METODOLOGÍA.....	7
2.1 ENFOQUE METODOLÓGICO.....	7
2.2 UNIVERSO, UNIDAD DE ANÁLISIS Y RECOLECCIÓN DE DATOS	7
2.3 TÉCNICA A EMPLEAR.....	7
2.4 METODOLOGÍA POR FACTOR AMBIENTAL	8
2.4.1 <i>Edafología</i>	8
2.4.2 <i>Vegetación</i>	9
2.4.3 <i>Agrostología</i>	14
2.4.4 <i>Hidrobiología</i>	20
2.5 TRABAJO DE GABINETE	23
3. CAPITULO III: MARCO TEÓRICO.....	24
UBICACIÓN	24

3.1.1	<i>Ubicación geográfica</i>	24
3.1.2	<i>Ubicación hidrográfica</i>	24
3.1.3	<i>Ubicación política</i>	24
3.1.4	<i>Acceso</i>	24
	MARCO LEGAL	26
	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO DEL ÁREA DE ESTUDIO	28
3.1.5	<i>Clima y Meteorología</i>	28
3.1.6	<i>Geología y Sismicidad</i>	35
3.1.7	<i>Estratigrafía</i>	35
3.1.8	<i>Geomorfología</i>	38
3.1.9	<i>Suelos</i>	39
3.1.10	<i>Capacidad de Uso Mayor de las Tierras</i>	47
3.1.11	<i>Uso Actual de las Tierras</i>	52
3.1.12	<i>Recursos Hídricos</i>	53
	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO	59
3.1.13	<i>Ecología</i>	59
3.1.14	<i>Formaciones Vegetales</i>	59
3.1.15	<i>Fauna</i>	61
4.	CAPITULO IV: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS AMBIENTAL	65
	GENERALIDADES	65
	DIAGNÓSTICO DE SECTORES PARA TRASLADO DEL BOFEDAL LAGUIÑA	65
4.1.1	<i>Selección de Sector de Traslado con fines de Compensación</i>	65
4.1.2	<i>Análisis de Viabilidad Ambiental</i>	66
	SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA	83
5.	CAPITULO V: TRASLADO DE BOFEDAL LAGUIÑA	86
	EJECUCIÓN DE COMPONENTES	86
5.1.1	<i>Vías de Acceso</i>	86
5.1.2	<i>Desde los Lugares de Extracción</i>	88
5.1.3	<i>Hacia las Parcelas de Siembra</i>	88
5.1.4	<i>Habilitación de Parcelas</i>	89
5.1.5	<i>Depósito de Topsoil</i>	95
5.1.6	<i>Manipulación de Material Biológico</i>	95
5.1.7	<i>Extracción</i>	95
5.1.8	<i>Traslado</i>	98
5.1.9	<i>Siembra</i>	100
5.1.10	<i>Fertilización y Estimulación</i>	103
5.1.11	<i>Mantenimiento</i>	105

6. CAPITULO VI: RESULTADOS	109
CONCLUSIONES	110
RECOMENDACIONES	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	112
GLOSARIO.....	116
ANEXOS.....	121
MAPAS.....	228

LISTA DE TABLAS

TABLA 1	COMPOSICIÓN DE ESPECIES DECRECIENTES (D) – CALIDAD.....	17
TABLA 2	ÍNDICE DE DENSIDAD FORRAJERA (IF).....	18
TABLA 3	ÍNDICE DE CONDICIÓN DE SUELO (D-R-P) DE SUELO DESNUDO, ROCA O PAVIMENTO DE EROSIÓN	18
TABLA 4	ÍNDICE DE VIGOR.....	19
TABLA 5	CONDICIÓN DEL PASTIZAL (PUNTAJE ACUMULATIVO OBTENIDO DE I, II, III Y IV)	19
TABLA 6	CARGA ANIMAL RECOMENDABLE PARA DIFERENTES CONDICIONES DE PASTIZALES NATIVOS (HA/AÑO)	20
TABLA 7	ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO POR VÍA AÉREO - TERRESTRE DESDE LIMA – CUZCO.	25
TABLA 8	ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO POR VÍA AÉREO - TERRESTRE DESDE LIMA – AREQUIPA.....	25
TABLA 9	ACCESO AL PROYECTO POR VÍA TERRESTRE DESDE LIMA – CUZCO.	25
TABLA 10	ACCESO AL PROYECTO POR VÍA TERRESTRE DESDE LIMA – AREQUIPA.....	25
TABLA 11	UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS.	29
TABLA 12	RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS.	30
TABLA 13	EVAPORACIÓN POTENCIAL MENSUAL - ESTACIÓN QUELLOPATA.	34
TABLA 14	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.	38
TABLA 15	GRADO DE INCLINACIÓN DEL SUELO EN FASES POR PENDIENTE.....	39
TABLA 16	CLASIFICACIÓN NATURAL DE LOS SUELOS IDENTIFICADOS.....	40
TABLA 17	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS SUELOS	41
TABLA 18	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS	42
TABLA 19	SUPERFICIE Y PORCENTAJE DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS.....	47
TABLA 20	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS POR CAPACIDAD DE USO MAYOR	48
TABLA 21	UNIDADES Y ASOCIACIONES POR CAPACIDAD DE USO MAYOR.....	50
TABLA 22	CLASES DE USO DE TIERRA-UGI	52
TABLA 23	LISTA DE CLASES DE USO ACTUAL DE LAS TIERRAS	53
TABLA 24	PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA MICROCUENCA PATARI.	56
TABLA 25	UBICACIÓN DE TRANSECTOS DE FAUNA SILVESTRE.....	61
TABLA 26	DIVERSIDAD DE FAUNA SILVESTRE EN ÉPOCA HÚMEDA	61
TABLA 27	DIVERSIDAD DE FAUNA SILVESTRE EN ÉPOCA SECA	63
TABLA 28	CAUDALES HÍDRICOS ESTIMADOS PARA LOS CUERPOS DE AGUA DE LOS SECTORES LAGUIÑA, ALTERNATIVA 1 Y ALTERNATIVA 2 REGISTRADOS EN LOS MESES DE MAYO Y AGOSTO DEL 2011.....	69

TABLA 29	CAUDALES HÍDRICOS POR MES PARA EL AÑO 2012 EN LAS QUEBRADAS LAGUIÑA Y PATARI.....	70
TABLA 30	CAUDALES HÍDRICOS POR MES PARA EL AÑO 2013 EN LAS QUEBRADAS LAGUIÑA Y PATARI.....	70
TABLA 31	PERFIL VERTICAL DEL SUELO DE LOS SECTORES LAGUIÑA, ALTERNATIVA 1 Y ALTERNATIVA 2.....	73
TABLA 32	VALORES DE PH, % DE MATERIA ORGÁNICA Y CONCENTRACIÓN DE FÓSFORO Y POTASIO PARA LOS SECTORES Y ESTRATOS DEL ESTUDIO.....	76
TABLA 33	ÁREA DE LOS SECTORES LAGUIÑA, ALTERNATIVA 1 Y ALTERNATIVA 2, Y SUS EXCEDENTES PARA LA REALIZACIÓN DEL TRASPLANTE DE BOFEDALES.....	77
TABLA 34	TIPOS DE BOFEDALES, IMPORTANCIA, CONSIDERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS, DE LOS SECTORES EVALUADOS.....	79
TABLA 35	NÚMERO DE ESPECIES POR GRUPO TAXONÓMICO EN LOS SECTORES EVALUADOS.....	81
TABLA 36	ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS POR GRUPO TAXONÓMICO EN LOS SECTORES EVALUADOS.....	82
TABLA 37	ÍNDICES BIOLÓGICOS DE CALIDAD DE AGUA.....	82
TABLA 38	FACTIBILIDAD DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL TRASLADO DE VEGETACIÓN.....	83
TABLA 39	PERSONAL, HERRAMIENTAS Y VEHÍCULOS NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA DE ACCESO SECUNDARIA HACIA LAS PARCELAS DE SIEMBRA.....	87
TABLA 40	PERSONAL, HERRAMIENTAS Y VEHÍCULOS NECESARIOS PARA EL TRASLADO DE TOPSOIL Y MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	90
TABLA 41	PERSONAL, HERRAMIENTAS Y VEHÍCULOS NECESARIOS PARA LA APERTURA MANUAL DEL CANAL PRINCIPAL.....	92
TABLA 42	CANAL PRINCIPAL, PARCELAS QUE IRRIGAN Y DATOS CUANTITATIVOS.....	93
TABLA 43	CANALES DE SEGUNDO ORDEN, PARCELAS QUE IRRIGAN Y DATOS CUANTITATIVOS.....	94
TABLA 44	PERSONAL, HERRAMIENTAS Y VEHÍCULOS NECESARIOS PARA LA EXTRACCIÓN DE LAS CHAMPAS.....	97
TABLA 45	PERSONAL, HERRAMIENTAS Y VEHÍCULOS NECESARIOS PARA EL TRASLADO MANUAL DE LAS CHAMPAS.....	99
TABLA 46	PERSONAL, HERRAMIENTAS Y VEHÍCULOS NECESARIOS PARA EL TRASLADO VEHICULAR DE LAS CHAMPAS.....	100
TABLA 47	RESULTADOS DE LA PRUEBA EN EL EMPLEO DE ABONO FOLIAR Y ENRAIZANTES EN <i>DISTICHIA MUSCOIDES</i>	105

TABLA 48	MATERIALES, HERRAMIENTAS, VEHÍCULOS Y PERSONAL EMPLEADO EN EL LEVANTAMIENTO DEL CERCO DE PROTECCIÓN.	106
TABLA 49	COMPONENTES DEL PROYECTO CON SUS RESPECTIVAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	107

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	RELACIÓN ALTITUD VS PRECIPITACIÓN – ESTACIÓN GENERADA QUELLOPATA.	30
FIGURA 2	COMPARACIÓN DE LA VARIACIÓN DE PRECIPITACIÓN POR ESTACIONES.	31
FIGURA 3	VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA ESTACIÓN QUELLOPATA GENERADA.	32
FIGURA 4	VARIACIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA ESTACIÓN CORACORA.	33
FIGURA 5	VARIACIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA ESTACIÓN CORACORA.	34
FIGURA 6	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.	35
FIGURA 7	MAPA DE INTENSIDADES SÍSMICAS.....	37
FIGURA 8	DELIMITACIÓN CON WMS DE LA MICROCUENCA PATARI.....	55
FIGURA 9	CAUDAL HÍDRICO EN LITROS POR SEGUNDO REGISTRADO PARA LAS QUEBRADAS PATARI Y LAGUIÑA EN 2012.....	71
FIGURA 10	CAUDAL HÍDRICO EN LITROS POR SEGUNDO REGISTRADO PARA LAS QUEBRADAS PATARI Y LAGUIÑA EN 2013.....	71
FIGURA 11	PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE VEGETACIÓN DE BOFEDAL EN EL SECTOR LAGUIÑA.....	98
FIGURA 12	DISEÑO TRANSVERSAL DE LA SIEMBRA DE LAS CHAMPAS DE VEGETACIÓN TRASLADADA.....	101
FIGURA 13	DISEÑO PARA LA INSTALACIÓN DE DIQUES EN LOS CANALES DE TERCER ORDEN.....	102
FIGURA 14	INSERCIÓN DE CHAMPAS DE CÉSPED EN CANALES DE TERCER ORDEN.	103

RESUMEN

La investigación fue desarrollada en el área del Proyecto Minero “Inmaculada” de Compañía Minera Ares S.A.C., ubicado en el distrito Oyolo, provincia de Páucar del Sara, región política de Ayacucho. El bofedal a trasladar, con fines de compensación y manejo ambiental, está ubicado en la quebrada Laguña, y forma parte del hábitat natural de la zona, siendo receptora de cursos de agua del cerro Huarmapata.

La investigación consistió en la caracterización física y biológica del Bofedal Laguña, realizando la etapa experimental en alternativa 1 por disponer mejores condiciones hídricas y edáficas, las actividades de campo consistieron en la habilitación de parcelas, depósitos de topsoil, manipulación de especies vegetales, mantenimiento y monitoreo, hasta lograr la regeneración de los bofedales en el sector seleccionado para su traslado. La vegetación fue extraída en parches (champas) de 50x50x30 cm, conformada principalmente por *Distichia muscoides* y *Oxychloe andina*, siendo un total de seis (06) puntos de extracción; luego se habilitaron cinco (05) parcelas de recepción de vegetación, asemejando las condiciones físicas y químicas del hábitat inicial, acondicionándose el suelo receptor a través de movimiento de tierras y el reemplazo del horizonte superficial con topsoil del sector Laguña; y debido al déficit de disponibilidad de agua en el sector receptor se realizó la construcción de un canal principal en tierra con cuatro (4) desarenadores, y una red de canales secundarios, desviando parcialmente el agua de la quebrada Patari hacia la zona experimental, sin que esto afecte los distintos usos de agua en la parte baja de la microcuenca.

Para la regeneración rápida de la vegetación dañada durante el traslado; se aplicó un fertilizante foliar siendo el resultado, positivo, sin embargo, los resultados no varían considerablemente de una concentración a otra. También se realizó una prueba con estimulantes hormonales, tipo auxinas, como enraizantes; observándose un crecimiento considerable a mayor concentración. Se evidenció la regeneración y adaptabilidad de la vegetación en un área de 2 000 m² comprobando la viabilidad ambiental de los bofedales en un nuevo espacio físico de condiciones similares, lo que permite que el Proyecto Minero “Inmaculada” pueda realizar la construcción de un Depósito de Relaves previo manejo ambiental.

Palabras clave: bofedales, ambiente, adaptabilidad.

ABSTRACT

The research was developed in the area of Mining Project "Immaculada" of Compañía Minera Ares SAC, located in Oyolo district, Sara Páucar province, Ayacucho region. The wetland to move for purposes of compensation and environmental management, is located in the Laguiña broken, and part of the natural habitat of the area, being the recipient of the hill streams Huarmapata.

The research involved physical and biological characterization of wetlands Laguiña, making the experimental stage 1 have alternative best water and soil conditions, these field activities included the establishment of sites, deposits of topsoil, plant handling, maintenance and subsequent monitoring, to achieve the regeneration of wetlands in the sector selected for transfer. The vegetation was extracted in small patches (huts) of 50x50x30 cm, composed mainly of *Distichia muscoides* and *Oxychloe Andean*, with a total of six (06) extraction points; then five (05) receiving vegetation plots were set up, resembling the physical and chemical conditions of the original habitat, but adapted the receiver soil through earthmoving and replacement of topsoil with topsoil of Laguiña sector; and due to the lack of water availability in the receiver section, the construction of a main channel on land with four sand traps, and a network of secondary channels is performed, partially diverting water from the Patari broken into the experimental area, without this affects the different uses of water at the bottom of the watershed.

For the rapid regeneration of damaged vegetation during the transfer; a foliar fertilizer being applied positive result, however, the results vary considerably from one concentration to another. A test was also conducted with stimulating hormone, auxin such as rooting; considerable growth observed at higher concentration. Regeneration and adaptability of the vegetation in an area of 2 000 m² verifying the environmental viability of the wetlands in a new physical space similar conditions was evident, allowing Mining Project "Immaculada" to carry out the construction of a tailings dam prior environmental management.

Keywords: wetlands, environmental, adaptability.

INTRODUCCIÓN

En estas últimas décadas la preservación de humedales altoandinos en el Perú, conocidos como bofedales, ha tomado una gran importancia debido a su función ecológica dada la diversidad de vegetación. Los bofedales al acumular abundante materia vegetal funcionan como reservorios hídricos naturales, que contienen agua en el suelo hasta las condiciones de saturación; las cuales provienen de los deshielos glaciares, lluvias y nevadas, racionando el agua para ser utilizada en temporadas de escasas precipitaciones.

El Estado peruano a través de su normativa ambiental definida en la Ley General del Ambiente N°28611(Art.98° y Art. 99°, inciso 99.2) protege a los bofedales, es por ello que se debe contar con el reconocimiento, inventario y delimitación de tales, con el fin de regular las medidas de protección.

La investigación se ha desarrollado en el área de estudio del Proyecto Minero Inmaculada de Compañía Minera Ares S.A.C, quien inició sus actividades exploratorias del proyecto el año 2006, y posteriormente los estudios de ingeniería a nivel de factibilidad el año 2011 para la explotación de minerales de Oro y Plata en el año 2015. El Proyecto Minero Inmaculada se ubica en el distrito Oyolo, que pertenece a la provincia Paucar del Sara, la cual a su vez está ubicada en la región política de Ayacucho. (Ver **Mapa TAB-01** de Ubicación presentado en la sección Mapas).

El bofedal ubicado en la quebrada Laguña (según el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Minero Inmaculada, 2012) es un bofedal altoandino típico, conforma parte del hábitat natural de flora y fauna del área ubicada en dicha quebrada. Por su ubicación y condición natural, es receptor de cursos de agua que provienen de laderas del cerro Huarmapata cuya calidad está asociada a las características mineralógicas de la zona.

La investigación consistió en la caracterización física y biológica del Bofedal Laguña y la capacidad de identificar la alternativa que reúna condiciones técnicas para la reubicación de bofedales, adaptabilidad y calidad del suelo, para ello se realizó el Análisis de Alternativas Ambientales considerando dos alternativas con el fin de proceder con el

traslado y adaptabilidad del bofedal, para el manejo ambiental respectivo, y con ello, lograr la viabilidad ambiental del Proyecto Minero Inmaculada.

La evaluación de alternativas corresponde a la primera etapa de la investigación, el cual incluye estudios físicos, químicos y biológicos en los dos sectores de evaluación, de los cuales sólo se ha escogido una alternativa que reúna las condiciones edáficas, hídricas, fisiográficas para el acondicionamiento del terreno y puesta en marcha de la parte experimental de la investigación. El bofedal representa un valor intrínseco ambiental y económico relacionado a diversas actividades de conservación cuya presencia principal se da en las cuencas altoandinas, el cual posee importancia ecosistémica por albergar especies biológicas con valor de conservación ambiental.

El proyecto de investigación fue desarrollado en Seis (6) Capítulos. El Primer Capítulo permitió exponer el fundamento del problema proponiendo una fase experimental mediante el traslado y adaptabilidad de bofedales en el Proyecto Minero Inmaculada a fin de generar la viabilidad ambiental implementando las medidas de conservación del Bofedal Laguña. La Metodología empleada se presenta en el Segundo Capítulo mediante el desarrollo de procedimientos ordenados para los diversos factores: edafología, vegetación, agrostología e hidrobiología, basados en el método científico con el apoyo de técnicas y herramientas que auxilien la realización de la investigación, como la documental y la de campo. El *Tercer Capítulo* desarrolla el Marco Teórico, considerando la ubicación del proyecto y la accesibilidad al mismo, por otra parte se presentan las normativas ambientales y legales relacionadas a los ecosistemas frágiles (en este caso los bofedales) a través de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley 27446), donde el estado peruano señala que al desarrollar una actividad económica, éste debe aplicar un desarrollo sostenible, exigiéndose la realización de un estudio de impacto ambiental (como parte de la evaluación), el cual debe contener una línea base biológica, identificando la existencia o no, de ecosistemas frágiles como los bofedales, así como el Artículo 51° del Decreto Supremo N°040-2014-EM, Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero, se hace mención que “Cuando en el desarrollo del proyecto se afecten áreas de importancia ecológica (...), tales como: (...) bofedales (...), y siempre que no se puedan adoptar medidas de prevención, mitigación, recuperación y o restauración; se deberá incluir, dentro del estudio ambiental, un plan de

compensación ambiental. (...)” desastres naturales, fomentado la regulación del recurso hídrico, entre otros beneficios.

Por otra parte las leyes peruanas consideran la importancia de los humedales – bofedales en la Ley de Recursos hídricos (Ley 29338), porque son reservorios de agua, para el hombre y la biota local, así como en la Ley forestal y de fauna silvestre (Ley 29763), donde se menciona la protección a los ecosistemas frágiles – bofedales. La descripción del medio físico y biológico donde se desarrolla el proyecto. El *Cuarto Capítulo* describe el Análisis de Alternativas Ambiental, a partir de la propuesta de dos (2) alternativas a elegir como sector de recepción de las champas de bofedal, con el fin de realizar el traslado del ecosistema identificada como Bofedal Laguiña, emplazada parcialmente del sitio donde se ha destinado la construcción del depósito de relaves para el manejo de residuos mineros, donde a partir de un enfoque técnico físico – biológico de las condiciones de terreno permitieron definir la investigación y la propuesta en marcha de la etapa experimental y llevar a cabo el Traslado de Vegetación con fines de Compensación Ambiental considerando finalmente las ventajas y desventajas a ser utilizadas por cada alternativa. El *Quinto Capítulo* TRASLADO DEL BOFEDAL LAGUIÑA detalla de manera esquemática la ejecución del Traslado y Adaptabilidad del bofedal mediante la parte experimental, mostrándose los resultados favorables con una alta probabilidad de desarrollo para los próximos años, la baja mortalidad y el crecimiento vertical de la vegetación de interés indican que la aceptación de la vegetación trasladada se ha adaptado a las condiciones ambientales del sector receptor. Finalmente el *Sexto Capítulo* RESULTADOS presenta los detalles experimentales de la investigación mostrando que a través de técnicas de ejecución manual se realizó el parcelamiento y desbroce que aseguró los nutrientes mínimos, considerando un suelo orgánico necesario para su adaptabilidad y éxito del proyecto. De esta manera con la adición de abono y hormonas se obtuvo un desarrollo fisiológico tal, que determinó la masificación de los bofedales en las 2 000 m², cuya floración se evidenció como resultado final de adaptabilidad.

De esta manera, las actividades de Ingeniería aprobados en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Minero Inmaculada, lograron ser desarrolladas (habilitación y construcción de la Relavera), cumpliendo la reubicación de los bofedales con fines de Compensación y Manejo Ambiental.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

FUNDAMENTO DEL PROBLEMA

El Proyecto Inmaculada, considera entre una de sus instalaciones para el manejo de residuos mineros, la construcción de un depósito de relaves en un área de terreno superficial ubicada en la Quebrada Laguiña con una extensión de 39.03 ha. En este sentido, la presente investigación considera la evaluación de características físicas y biológicas de la revegetación propia de bofedales. La propuesta experimental plantea el traslado y adaptabilidad a fin de generar la viabilidad ambiental implementando las medidas de conservación del Bofedal Laguiña.

El sector Laguiña considera una topografía de pendiente relativamente plana con presencia de planicies que almacenan agua proveniente de precipitaciones pluviales, deshielo de glaciares y afloramientos superficiales de aguas subterráneas; aspectos que son característicos de cabeceras de cuenca ubicados en la región altoandina. Las investigaciones específicas complementan los estudios desarrollados en la línea base ambiental (estudios físicos y biológicos correspondientes al 2011) comprendidos en el sector Laguiña (lugar original) y las alternativas 1 y 2 propuestas. Las características físicas determinan las condiciones óptimas para el desarrollo de especies tanto de flora como de fauna que habitan en los bofedales. En esta área se han reportado especies de vegetación y se ha identificado la taxa hidrobiológica (bentos, perifiton, plancton) que son propios de ecosistemas altoandinos, en este caso bofedales.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El traslado de un área superficial de 2000 m² de bofedales del sector Laguiña a un entorno de adaptabilidad ambiental permitirá la conservación del ecosistema y la viabilidad ambiental del Proyecto Minero Inmaculada?

ALCANCE

El alcance de la investigación estará dado por el traslado y adaptabilidad de bofedales del sector Laguiña a un nuevo sector receptor, a través del análisis de alternativas cuya condiciones ambientales generen la conservación del ecosistema.

Dicho traslado se realizará empleando excavadoras y camiones, tareas que se desarrollarán una vez se implementen las medidas de manejo de agua, previa construcción de un sistema drenaje y riego. Además se realizarán otras actividades como desbroce, retiro de material remanente, retiro de materiales orgánicos, movimiento de tierras, disposición de material, mantenimiento y monitoreo de las condiciones de adaptabilidad de la vegetación.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1 Objetivo General

Trasladar una superficie de 2 000 m² de bofedales propiamente dichos del sector Laguiña a un entorno de adaptabilidad ambiental que permita la conservación del ecosistema y la viabilidad ambiental del Proyecto Minero Inmaculada.

1.1.2 Objetivo Específicos

- Determinar la mejor propuesta de espacio geográfico, mediante un análisis de alternativa ambiental, empleando indicadores de clima, temporalidad, disponibilidad hídrica, caudal, suelos, relieves, topografía, espacio, vegetación y calidad de agua con la finalidad de obtener los mejores resultados de adaptabilidad del traslado del bofedal.
- Diseñar y ejecutar la propuesta de traslado de bofedales basándose en la revisión de antecedentes nacionales e internacionales para la conservación del ecosistema, con la finalidad de alcanzar la viabilidad ambiental del proyecto minero.

1.1.3 Delimitación del contenido

Para realizar la delimitación del presente estudio es necesario establecer el tiempo del proyecto de investigación, el mismo que abarcó desde noviembre de 2013 hasta el abril de 2014.

1.1.4 Delimitación geográfica

Políticamente el área de estudio se ubica en el distrito Oyolo, que pertenece a la provincia Paucar del Sara, la cual a su vez está ubicada en la región política de Ayacucho.

De acuerdo a la clasificación biogeográfica elaborada por Morrone (2001), la zona de estudio se encuentra dentro de la Provincia Biogeográfica de la Puna, la cual está dentro de la Subregión de Páramo Puneña y ésta a su vez dentro de la Región Andina.

Según el Mapa Ecológico del Perú, publicado por la ONERN (1976) y elaborado sobre la base del sistema de clasificación de Holdridge, las zonas de vida que corresponden al área de estudio son: Páramo húmedo- Subalpino subtropical (ph-SaS), y Estepa - Montano Subtropical (e-MS). Considerando otras regionalizaciones ecológicas menos precisas puede indicarse que el área de estudio se localiza en la ecorregión de la Serranía Esteparia y Puna, Brack (1986), o Puna húmeda de los Andes Centrales (NT1002) de acuerdo con la propuesta de la WWF, World Wildlife Foundation (2007).

De acuerdo a la clasificación de la vegetación hecha por Tovar (1990) para el valle del Mantaro y extrapolándola al área de estudio; esta se ubicaría en el piso bioclimático Altoandino Inferior caracterizado por temperaturas medias que oscilan entre 0°C a 12°C.

1.1.5 Justificación

Como medida de compensación ambiental, es importante trasladar el bofedal ubicado en la quebrada del Sector Laguiña a un entorno que permita su adaptación y autosostenibilidad a través de características ambientales que cumplan con la conservación de las especies de flora y fauna relacionadas a su desarrollo, además de los servicios socio-culturales y ambientales que ofrecen la interrelación de los ecosistemas, logrando la viabilidad ambiental del Proyecto Minero Inmaculada, por cuanto el planteamiento de la medida y su ejecución, hará posible la autorización para la construcción del depósito de relaves en la quebrada del sector Laguiña, cumpliendo con la autoridad competente y la normatividad ambiental respectiva.

Asimismo, es importante considerar que en la Guía Descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altiplánica (M. Ahumada y L. Ramírez, 2009) realizado por el Servicio Agrícola y Ganadero División de Protección de Recursos Naturales Renovables, Chile; considera el Traslado de Bofedales, como una de las principales medidas de manejo de los humedales.

Asimismo como antecedente exitoso podemos citar que el proyecto Caserones de la empresa Lumina Copper Chile, en el 2010 asumió como compromiso de manejo ambiental, la relocalización del bofedal ubicado en la quebrada Caserones, y de 9.92 ha de extensión, a la Quebrada La Ollita realizada El Proyecto Caserones fue calificado como "ambientalmente favorable" por la Comisión Regional del Medio Ambiente de la III Región de Atacama, como autoridad competente. Asimismo en las noticias publicada el 27 de febrero del 2014 de la página web de Lumina Cooper Chile, se declara que ha evolucionado favorablemente, alcanzando un porcentaje de supervivencia de aproximadamente 92.5%, y que fueron inspeccionados por profesionales del Servicio Agrícola Ganadero (SAG) de Chile.

En este sentido, se justifica la investigación con fines de manejo y conservación ambiental que permitirá la viabilidad de un proyecto minero que requiere la liberación ecológica de un componente biológico para la incorporación de un componente minero que permitirá el inicio de una nueva operación minera en Perú.

1.1.6 Limitaciones

Las limitaciones de la presente investigación son:

- Posibles problemas en las técnicas adecuadas para la adaptabilidad de los bofedales a los sectores de recepción, las cuales son: escasas áreas para la recepción de bofedales en condiciones de adaptabilidad ambiental y biológica semejantes al ecosistema de origen.
- Que las especies de sector Laguiña no logren adaptarse y/o subsistir al traslado.

1.1.7 Hipótesis

El traslado de una superficie de 2000 m² con presencia de bofedales del sector Laguiña a un entorno de adaptabilidad ambiental permitirá la conservación del ecosistema y la viabilidad ambiental del proyecto minero Inmaculada.

En estas últimas décadas la preservación de humedales altoandinos en el Perú, conocidos como bofedales, ha tomado una gran importancia debido a su función ecológica dada por diversidad de vegetación. Los bofedales al acumular abundante materia vegetal funcionan como reservorios hídricos naturales, que contienen agua en el suelo hasta las condiciones de saturación; las cuales proviene de los deshielos glaciares, lluvias y nevadas, racionando el agua para ser utilizada en temporadas de escasas precipitaciones.

El Estado peruano a través de su normativa ambiental definida en la Ley General del Ambiente N°28611(Art. 98° y Art. 99°, inciso 99.2) protege a los bofedales es por ello contar con el reconocimiento, inventario y delimitación de tales con el fin de regular las medidas de protección.

La investigación se ha desarrollado en el área de estudio del Proyecto Minero Inmaculada de Compañía Minera Ares S.A.C, quien inició sus actividades exploratorias del proyecto el año 2006, y posteriormente los estudios de ingeniería a nivel de factibilidad el año 2011 para la explotación de minerales de Oro y Plata en el año 2015. El Proyecto Minero Inmaculada se ubica en el distrito Oyolo, que pertenece a la provincia Paucar del Sara, la cual a su vez está ubicada en la región política de Ayacucho.

El bofedal ubicado en la quebrada Laguiña (según el Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Minero Inmaculada, 2012), es un bofedal altoandino típico, conforma parte del hábitat natural de flora y fauna de un área ubicada en la quebrada Laguiña. Por su ubicación y condición natural, es receptor de cursos de agua que provienen de laderas del cerro Huarmapata cuya calidad está asociada a las características mineralógicas de la zona.

La investigación consistió en la caracterización física y biológica del Bofedal Laguiña y la capacidad de identificar la alternativa que reúna condiciones técnicas para la reubicación de bofedales, adaptabilidad y calidad del suelo, para ello se realizó el análisis de alternativas ambientales considerando dos alternativas con el fin de proceder con el traslado y adaptabilidad del bofedal, con fines de Manejo Ambiental y con ello lograr la viabilidad ambiental del Proyecto Minero Inmaculada.

La evaluación de alternativas corresponde a la primera etapa de la investigación, el cual incluye estudios físicos y biológicos en los sectores de evaluación de los cuales sólo se ha escogido una alternativa que reúna las condiciones edáficas, hídricas y fisiográficas para el acondicionamiento del terreno y puesta en marcha de la parte experimental de la investigación. El bofedal representa un valor intrínseco ambiental y económico relacionado a diversas actividades de conservación cuya presencia principal se da en las cuencas altoandinas, el cual posee importancia ecosistémica por albergar especies biológicas con valor de conservación ambiental.

CAPITULO II: METODOLOGÍA

2.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

El enfoque metodológico busca coordinar y alcanzar los objetivos propuestos de identificación y formulación preliminar de proyectos específicos, insertados dentro del marco del desarrollo socioeconómico integral.

En general, el enfoque metodológico está orientado al procedimiento ordenado y al desarrollo de algoritmos de los diversos factores biológicos, económicos y sociales conducentes al planteamiento de alternativas de producción que incluyan prácticas tecnológicas adecuadas a un medio específico. El estudio y definición de ellas involucra una observación sistemática, una investigación interdisciplinaria y una capacitación a nivel local, regional y nacional. El estudio de los tres niveles mencionados conduce a la definición de niveles jerárquicos de acción.

2.2 UNIVERSO, UNIDAD DE ANÁLISIS Y RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se refiere a la compilación de información primaria y secundaria basada en el uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información.

2.3 TÉCNICA A EMPLEAR

Desarrollar una investigación requiere de una selección adecuada del tema objeto del estudio, de un buen planteamiento de la problemática a solucionar y de la definición del método científico que se utilizará para llevar a cabo dicha investigación. Aunado a esto, se requiere de técnicas y herramientas que auxilien la realización de la investigación, entre las técnicas más utilizadas para la presente investigación se han desarrollado las siguientes:

- La investigación documental
- La investigación de campo

2.4 METODOLOGÍA POR FACTOR AMBIENTAL

2.4.1 Edafología

El estudio de suelos se basó en interpretación de imágenes satelitales, recorridos de campo y análisis de laboratorio. En el trabajo de campo se emplearon los lineamientos del Manual de Levantamiento de Suelos (Soil Survey Manual, en inglés) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1993), en concordancia con las especificaciones estandarizadas por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés). El citado manual define las características y propiedades que deben considerarse, como el color, texturas y horizontes del suelo, entre otras variables, que tienen incidencia o actúan como factores limitantes para las diversas actividades que exige la prospección minera, así como sus implicancias de orden ambiental. La fase final constituyó la redacción del informe y la elaboración de los mapas, efectuándose la clasificación natural y descripción de los suelos, así como la clasificación por capacidad de Uso Mayor de las tierras considerando el reglamento para la ejecución del levantamiento de suelos del Decreto Supremo N° 013-2010-AG.

Para clasificar los suelos dentro de unidades taxonómicas se usó el sistema Soil Taxonomy (USDA, 2010). Una unidad taxonómica es el nivel de abstracción o clasificación definido dentro de un sistema taxonómico. La unidad taxonómica, está referida a cualquier categoría dentro de un sistema de clasificación; la categoría se define como un conjunto de suelos agrupados al mismo nivel de abstracción o generalización. Este sistema considera seis categorías: Orden, Suborden, Gran-grupo, Subgrupo, Familia y Serie. En el presente estudio el nivel categórico utilizado fue el de Subgrupo.

Para la investigación, en el período del año 2013, se abrieron 4 calicatas (de 1.0 m de ancho por 1.0 m de largo y profundidad variable) en lugares representativos de la zona. Todos estos puntos se georreferenciaron con la ayuda de un GPS, permitiendo su ubicación en el mapa con sus respectivas coordenadas.

En las paredes de cada calicata se evaluó y describió el perfil del suelo por medio de sus capas u horizontes genéticos, los cuales son estratos paralelos a la superficie del terreno. A cada estrato se le asignó una letra mayúscula y en casos especiales un subíndice, según las características que mostraba, así como también números arábigos. Estos últimos se utilizaron como sufijos para subdividir verticalmente algunas capas. La nomenclatura

para nombrar a los estratos es la establecida por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés).

La división del perfil en capas se realizó raspando con la picota, y al sentir algún cambio en la consistencia del suelo, se interpretó que se trataba de otro horizonte. Esta delimitación se fundamentaron con las propiedades del perfil analizadas en campo: textura, profundidad, color, estructura, presencia y cantidad de fragmentos muy gruesos, consistencia, raíces, límite de horizonte o capa, drenaje y permeabilidad. Para el presente estudio se tomaron 14 muestras de suelo, correspondientes a las capas y horizontes representativos, las mismas que luego fueron llevadas al laboratorio para su caracterización edafológica.

2.4.2 Vegetación

Colección de Datos

La toma de datos varía de acuerdo a la naturaleza de la investigación. Este es un estudio que busca obtener un panorama de la composición de la vegetación a nivel taxonómico y ecológico, con la finalidad de identificar puntos sensibles y de gran importancia para prevenir o minimizar impactos que puedan devenir de la actividad que se realiza en la zona del proyecto. Este proceso se realiza mediante la colecta de especímenes, toma de datos morfológicos, ecológicos y geográficos y la identificación taxonómica preliminar. La colección de especímenes es el proceso por el cual se reúne una o varias muestras de individuos o secciones de individuos vegetales como muestra de su presencia en un punto específico de la zona de estudio para una posterior determinación de su nomenclatura taxonómica correcta. Las muestras vegetales son separadas, codificadas y deshidratadas para su preservación y manejo práctico; esto permite tener una guía de especies y morfoespecies en campo. Este proceso va acompañado de la toma de datos morfológicos para lo cual el investigador debe manejar perfectamente la terminología botánica ya que implica la toma de observaciones de las plantas a nivel macro que pueden ir acompañadas de fotografías y/o dibujos a escala. Estas observaciones pueden ser de características vegetativas como el hábito (hierbas, sufrútices, arbustos, trepadoras, epífitos, etc.), presencia y color de látex, cobertura del tallo, disposición de las hojas; o de características reproductivas como son la disposición de flores y frutos, tipo y colores de brácteas, indumento, etc.; dando especial énfasis en los caracteres que se pierden en el proceso de

preservación. Los datos ecológicos se refieren a la estimación de cobertura, determinación de formaciones vegetales, etc. La información geográfica se refiere a la ubicación de las formaciones vegetales y puntos de evaluación en el espacio.

El proceso taxonómico comienza en campo con la identificación *in situ*, procedimiento mediante el cual el taxónomo reconoce un espécimen botánico y lo adscribe a un nombre científico. La identificación *in situ* se hace basada en la experiencia de los investigadores y el grado de abundancia y distribución que hace que algunas especies sean bien conocidas. El proceso taxonómico de gabinete que se describe a continuación, es una adaptación de la metodología descrita para el estudio de la flórmula de la Amazonía (Vásquez, 2006); y se refiere al proceso de muestras y datos después de campo, es decir en laboratorio y herbario. Con las muestras vegetales codificadas, deshidratadas y herborizadas se procede a la observación de microcaracteres que pueden ser visibles sólo con la ayuda de equipos de laboratorio como estereoscopios y microscopios. Esta última información sumada a los datos morfológicos vegetativos y reproductivos tomados en campo será sistematizada y asociadas a grupos taxonómicos. La identificación se hace en rango decreciente: familia, género y finalmente especie. La revisión de literatura hace posible este proceso y permite la familiarización con los grupos taxonómicos que se va a tratar. Para la identificación de la especie se utilizó claves y descripciones de libros especializados para la zona; y bases de datos electrónicas: Trópicos del Missouri Botanical Garden; Neotropical Herbarium Specimens; y el International Plant Names Index. Las muestras herborizadas y primariamente nominadas se comparan con las exsicatas (muestra de herbario ya identificada) depositadas en el Herbario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), a fin de encontrar o confirmar el nombre de la(s) especie(s) que se investiga. Cuando a una especie visiblemente característica no se le puede atribuir algún nombre se le otorga una nominación temporal, la cual recibe el nombre de morfoespecie, por ejemplo *Astragalus* sp., donde el “sp.” no es el epíteto específico sino la denominación temporal para indicar que esta especie es diferente de otras especies de *Astragalus*. La morfoespecie es una denominación ideada para favorecer las investigaciones ecológicas donde la precisión específica no es la más importante. También se utilizan las designaciones “vel sp. aff.” que significa “esta especie o una afín” y “cf.” que significa “confrontar con” para designar una identificación cuestionable.

En el proceso de conteo de poblaciones para superar algunas de las limitaciones de contar tallos como en las especies cespitosas o estoloníferas y de abarcar una mayor área de muestreo de manera que esta sea representativa, se ha utilizado una modificación del método de medición de abundancia-cobertura Braun-Blanquet (1932, 1964), la cual ayuda a estimar la abundancia de las especies en los estudios de vegetación predominantemente herbácea y arbustiva, e incluso arbórea dependiendo del tamaño de las unidades de muestreo. La cobertura se determina de las estimaciones de la proyección vertical de la planta dentro del área de evaluación como un porcentaje determinado de la superficie, Mueller-Dombois y Ellenberg (1974).

Las unidades de muestreo o transectos de muestreo son en total 30 y están ubicados en los sectores más representativos de las formaciones vegetales.

En cada transecto de muestreo se ha procedido a instalar diez parcelas de 2 x 2 m. El número de parcelas instaladas por punto se dedujo de experiencias anteriores en ecosistemas de fisionomía semejante, Wikum (1978). Las parcelas se ubicaron de manera subjetiva tratando de englobar de manera representativa y proporcional las distintas formaciones que se presentaran y dentro de ellas los diferentes grados de cobertura y conservación de suelo, de manera que se busca obtener muestras altamente representativas del lugar.

Análisis de Datos

La información ecológica obtenida por parcelas dentro de parcelas fue organizada en una base de datos en el programa Microsoft Excel. Esta información presenta la cobertura de especies por punto de muestreo. Los valores de cobertura de cada especie se sumaron por punto de muestreo y por formación vegetal, luego se dividió el resultado entre el número de parcelas que implicaba cada punto de muestreo o formación vegetal. Estos valores finales constituyen la abundancia relativa promedio o cobertura para cada especie dentro de un punto de muestreo o formación vegetal.

A partir de estos datos de cobertura promedio por especie dentro de una punto de muestreo o formación vegetal se procedió a hallar la diversidad, la cual no debe basarse únicamente en la densidad (Whittaker 1972); la densidad es un dato no preciso por el hecho de que en una comunidad vegetal no todas las especies tienen el mismo grado de cobertura, es decir por ejemplo que en análisis estadísticos el valor de “1” de población para una pequeña Poaceae anual será equivalente al de por ejemplo “1” para un arbusto o un árbol de mayor cobertura. Los índices de diversidad utilizados para el análisis son el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y de Simpson (1-D), estos índices fueron obtenidos utilizando el programa estadístico BioDiversity Pro, la fórmula de cada uno se describe a continuación:

$$\text{Índice de Shannon-Wiener } (H') = -\sum p_i \log^2(p_i) \dots\dots \text{ en bits/individuo}$$

$$\text{Índice de Simpson } (1-D) = 1 - \sum (p_i)^2 \dots\dots \text{ en probits/individuo}$$

Donde:

p_i = abundancia relativa de una especie = n_i/N

n_i = número de individuos de la especie i

N = número total de individuos de todas las especies

La lista de especies vegetales encontradas en el área del proyecto fue confrontada con las lista de especies categorizadas como sensibles o amenazadas por el estado peruano, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y la Convención Internacional para el Tráfico de Especies Silvestre (CITES); también fue confrontada con el listado de especies endémicas del Perú. Las especies vegetales sensibles son especies de plantas silvestres las cuales por estar en riesgo de desaparecer de su hábitat natural,

por su naturaleza única en el mundo o por su excesivo uso y valor comercial están sujetas a protección por el estado peruano o por convenios internacionales. En el Perú esta protección se hace efectiva de acuerdo a lo dispuesto en la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley N°27308 actualizada el 03 de agosto del 2010, la cual tiene como uno de sus objetivos normar, regular y supervisar el uso sostenible de los recursos forestales. En el Artículo 22 de esta Ley se estipula que el estado debe adoptar medidas especiales que garanticen la protección de especies de flora que de acuerdo a sus características o vulnerabilidad requieran de tal tratamiento. En el Art. 23° se estipula que esta Ley define la categorización oficial de las especies protegidas así como su régimen de tenencia, extracción y comercialización. El inventario de especies de flora protegida así como su categorización se encuentra aprobado y publicado dentro del Decreto Supremo N°042-2006-AG. Las categorías de amenaza son las siguientes: Peligro Crítico (CR), cuando el hábitat de una especie es menor a 100 km², tiene menos de 250 individuos adultos o la mitad de su población desaparecerá en 10 años; Peligro (EN), cuando el hábitat de una especie es menor a 5000 km², tiene menos de 2500 individuos adultos o la quinta parte de su población desaparecerá en 20 años; y Vulnerable (VU), cuando el hábitat de una especie es menor a 20000 km², tiene menos de 10000 individuos adultos o la décima parte de su población desaparecerá en 100 años.

La International Union for Conservation of Nature (IUCN) es una organización fundada en 1948 y reúne a 83 estados y decenas de organizaciones no gubernamentales. Tiene como fin la promoción de la conservación de la naturaleza y el uso sostenible de los recursos. Dentro de ella la comisión de supervivencia de especies elaboró una lista en 1994, para clasificar a las especies de alto riesgo de extinción global la cual brinda una estructura objetiva y explícita para la clasificación en categorías de la gama más amplia de especies según su riesgo de extinción, dentro de las categorías de amenaza tenemos: Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerable (VU).

La Convención Internacional para el Tráfico de Especies Silvestre (CITES), es un acuerdo internacional realizado entre gobiernos cuya finalidad es velar porque el comercio internacional de especies silvestres no sea una amenaza para la existencia de éstos. La reglamentación para el comercio de especies silvestres es necesaria sobre todo para aquellas que están en peligro de extinción. La Convención tiene un listado de especies dividido en tres apéndices, los cuales ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante

la explotación excesiva. Estos son: Apéndice I, contiene a las especies en peligro de extinción cuyo comercio está prohibido y de ser así tiene que ser aprobado por ambos países; Apéndice II, especies que no están seriamente amenazadas y cuyo comercio debe ser controlado; Apéndice III, contiene a las especies en las que el gobierno del país de origen ya reglamenta su comercio y pide apoyo a otros países para su control.

Respecto al endemismo este es un instrumento necesario e importante para determinar y examinar los objetivos y prioridades de una estrategia para la conservación de la diversidad biológica. El Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Perú, León et al. (2006) reúne un listado de las especies vegetales consideradas como propias y exclusivas que habitan en territorio peruano. A pesar de no estar considerado explícitamente en la normativa ambiental para la categorización de las especies amenazadas, por su fuerte base científica es requisito indispensable su consideración en los estudios de impacto que son emitidos a las entidades gubernamentales que tienen competencia en el muestreo del medio ambiente.

2.4.3 Agrostología

Determinación de Unidades de Muestreo

Para la determinación de las unidades de muestreo se utilizó el siguiente material:

- Mapa de Formaciones Vegetales del Proyecto
- Informe de Vegetación del Proyecto

Luego de haber delimitado las áreas de pastizales, dentro de cada uno de ellos, se determina el número y forma de ubicar el transecto, de tal manera que representen adecuadamente la composición florística del sitio. Una manera de asegurar la precisión del método, es realizando el mayor número de transectos por sitio: Basado en la extensión y características de las formaciones vegetales se determinó la instalación de 30 puntos de muestreo o “sitios”.

Métodos de evaluación en campo

Inventario y descripción del “sitio”

Comprende un inventario de la vegetación o composición florística cuya finalidad es averiguar que especies se encuentran en el lugar y su valor para el pastoreo. Dentro de las especies aptas para el pastoreo importa su densidad, cobertura y vigor. Para el inventario se usará como referencia la información recogida en campo por el especialista en

vegetación. Las especies más abundantes son las que otorgan la nominación a las asociaciones vegetales o unidades mayores de estudio, las cuales una vez definidas se subdividen en Sitios que son las últimas categorías de análisis para el estudio agrostológico.

Método de “transección al paso”

De los diversos métodos existentes para la evaluación de forrajes se usará el método de “transección al paso” por considerarlo el más adecuado para el tipo de vegetación que existe en nuestras regiones altoandinas por las siguientes razones: es rápido, puede evaluarse grandes extensiones en corto tiempo, es preciso porque considera la densidad y composición de la vegetación, vigor de las especies deseables, grado de erosión del suelo, topografía, recurso agua, etc. Además es replanteable tomando en consideración las estaciones del año (Flores, 2005).

El método define el transecto como la unidad de muestreo conformada por 100 observaciones de la pradera las que se obtienen a lo largo de una línea recta cada dos pasos simples haciendo uso del anillo censador (18 mm de diámetro). El método registra las observaciones de la vegetación obtenidas por señalamiento o toques con el anillo censador. Las cien lecturas se hacen en línea recta, al paso, efectuando las lecturas sobre un mismo pie. La lectura de cada toque se registra en un formato de análisis de vegetación haciéndose uso de claves asignadas. Para cada Sitio de vegetación se llega a tener tantos formatos de análisis de vegetación, como número de transectos efectuados. Todos los transectos pertenecientes a un Sitio, se llevan a una hoja resumen de composición florística determinándose en ella el porcentaje promedio de cada especie vegetal perenne y anual, mantillo, musgo, suelo desnudo, roca pavimento de erosión.

Análisis de información

Cobertura Vegetal

La cobertura de cada especie vegetal dentro de cada unidad de vegetación se califica mediante la siguiente escala: Abundante, Común, Frecuente, Ocasional y Raro de acuerdo con el siguiente criterio:

- *Abundante*, cuando la presencia de la especie dentro de la comunidad representa más del 20% de cobertura
- *Común*, cuando su presencia fluctúa entre 11 y 20%

- *Frecuente*, si se presenta entre 1,1 y 10%
- *Ocasional*, si su presencia varía de 0,1 a 1%
- Raro, si la especie no se presentó durante el muestreo, por lo tanto no se cuantificó, pero está representado dentro de la comunidad vegetal.

Palatabilidad de las especies vegetales

Para la clasificación de las plantas de acuerdo a su palatabilidad se consideran dos grupos, especies decrecientes y especies acrecentantes:

Decrecientes o Deseables

Son buenas especies forrajeras, perennes, altamente palatables y relativamente importantes en la condición “Clímax”. Tienden a declinar en importancia y/o vigor a medida que la presión de pastoreo aumenta o si el sobrepastoreo es prolongado. Plantas “deliciosas” son las más palatables, pero raras. Ellas representan una clase especial de decrecientes. En comunidades “clímax” ellas representan menos del 5% en la composición total. Desde que son palatables, cualquier clase de pastoreo tiende a ser excesivo y así sus poblaciones disminuyen rápidamente.

Acrecentantes

Se consideran dos tipos, las moderadamente palatables, especies secundarias que aumentan inicialmente a medida que las especies decrecientes comienzan a declinar. Son consideradas de especies regulares a buenas.

El otro tipo, son las especies pobres, esencialmente no palatables con una fuerte habilidad competitiva. Están presentes en la comunidad “clímax”, pero tienden a aumentar en proporción a la presión de pastoreo. Muchas de estas plantas tienen poco o ningún valor forrajero. Muchas de las plantas tóxicas están en esta categoría.

También existe una tercera clasificación que se denomina especies indeseables, y son aquellas que de ninguna manera son consumidas por el ganado y por lo tanto su presencia en un área de pastoreo muchas veces es perjudicial, estas especies se caracterizan por ser leñosas, espinosas o con alto contenido de sílice en sus tejidos.

Clasificación de las condiciones de los pastizales

Se realiza teniendo en cuenta que para cada sitio o subtipo de vegetación, la valoración estará en razón directa a la composición florística que posea y a la especie animal de pastoreo para la cual se determina la condición de pastizal.

Se consideran cuatro índices utilizados para efectuar la clasificación de la condición del pastizal y se basan en los estudios realizados por el Programa de Forrajes de la Universidad Nacional Agraria la Molina, para este tipo de vegetación tan peculiar de la región altoandina peruana.

Dichos índices son: (i) Especies Decrecientes, (ii) Índice Forrajero, (iii) Índice B.R.P. y (iv) Vigor. Cada uno de los índices tiene cinco calidades de campo, que son: Excelente, Buena, Regular, Pobre y Muy Pobre. A cada calidad le corresponde un intervalo porcentual y a éstos un intervalo de puntuación.

i. Composición de especies decrecientes

Es el porcentaje total de especies decrecientes que hay en un sitio, para cada especie animal. Por lo tanto los porcentajes y puntajes variarán por especies animal; sean éstas vicuñas, alpacas, ovinos, o vacunos. La importancia de este tipo es de primer orden, en la clasificación de un pastizal. Dyskterhuis (1949), considera que solo es posible llegar al 80% de especies decrecientes, en la condición climax (Ver Tabla 1).

Tabla 1 Composición de especies decrecientes (D) – calidad

Porcentaje	Calificación
70 -100	Excelente
40 -69	Bueno
25 -39	Regular
10 -24	Pobre
0 -9	Muy Pobre

Elaboración: Propia, 2014

ii. *Índice forrajero*

Para realizar el cálculo respectivo se suman los porcentajes de especies decrecientes y acrecentantes, que en cada sitio se halla para las especies animales de pastoreo. Si bien hay diferencias entre los porcentajes de especies decrecientes y acrecentantes sin embargo el porcentaje de índice forrajero del sitio, será el mismo para las especies animales. Este resultados se debe a que se consideran para especies decrecientes y acrecentantes, sólo las especies vegetales perennes que hay en el sitio (Ver Tabla 2).

Tabla 2 Índice de densidad forrajera (IF)

% índice forrajero	Calificación
90 – 100	Excelente
70 – 89	Bueno
50 – 69	Regular
40 – 49	Pobre
39 ó menos	Muy Pobre

Elaboración: Propia, 2014

iii. *Suelo desnudo, roca y pavimento de erosión.*

Es el porcentaje de las observaciones del subtipo constituido por suelo desnudo, roca y pavimento de erosión.

Este índice constituye un indicador indirecto de la cobertura del suelo y de su grado de erosión (Ver Tabla 3). El máximo permisible para considerar una zona como pastizal es de 50%.

Tabla 3 Índice de condición de suelo (D-R-P) de suelo desnudo, roca o pavimento de erosión

% Índice de D-R-P	Calificación
0 – 10	Excelente
11 – 30	Bueno
31 – 50	Regular
51 – 60	Pobre
61 ó más	Muy Pobre

Elaboración: Propia, 2014

iv. *Índice de vigor*

Se tiene en consideración las especies vegetales indicadoras de vigor, para cada especie animal. Se usa como patrón de medida la altura de la especie clave, en su condición de óptimo desarrollo bajo las mejores condiciones de medio ambiente. A esta altura se le asigna a un valor de 100% referida a esta última, se comparan las alturas halladas en el campo, en cada sitio de pastizal. Para vacunos la especie utilizada en la determinación de vigor es *Calamagrostis intermedia* y se le atribuye una altura al 100% de 60 cm. Para ovinos se utilizó *Agrostis foliata* con una altura óptima de 15 cm y para alpacas se utilizó *Calamagrostis vicunarium* y *Distichis muscoides*, esta última con 6 cm (Ver Tabla 4).

Tabla 4 Índice de vigor

% Índice de Vigor	Calificación
80 – 100	Excelente
60 – 79	Bueno
40 – 59	Regular
20 – 39	Pobre
Menos de 20	Muy Pobre

Elaboración: Propia, 2014

Condición del pastizal

De acuerdo a la condición de pastizal, por especie animal obtenida en la evaluación se determinará la capacidad de carga recomendable para diferentes condiciones de pastizales. Los rangos de puntajes acumulativos otorgados para los índices: i) Especies Decrecientes, (ii) Índice Forrajero, (iii) Índice B.R.P. y (iv) Vigor, se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5 Condición del pastizal (Puntaje acumulativo obtenido de i, ii, iii y iv)

Puntaje Total	Condición de Pastizal
79 a 100	Excelente
54 a 78	Bueno
37 a 53	Regular
23 a 36	Pobre
0 a 22	Muy Pobre

Elaboración: Propia, 2014

Capacidad de Carga Animal

De acuerdo a la condición de pastizal, por especie animal obtenida en la evaluación se determinará la capacidad de carga recomendable para diferentes condiciones de pastizales (Ver Tabla 6).

Tabla 6 Carga animal recomendable para diferentes condiciones de pastizales nativos (ha/año)

Condición	Símbolo	Alpacas	Ovinos	Vacunos
Excelente	E	2,70	4,00	1,00
Bueno	B	2,00	3,00	0,75
Regular	R	1,00	1,50	0,38
Pobre	P	0,33	0,50	0,13
Muy Pobre	MP	0,17	0,25	0,07
Deteriorante	D	0,00	0,00	0,00

Fuente: Estudio de Pastizales. Flores - Malpartida (1988).

2.4.4 Hidrobiología

• PLANCTON

En el análisis cuantitativo del plancton se colectó directamente 500 ml de muestra sin filtración en frascos de plástico. Las muestras se preservaron con 5 ml de solución de formalina al 10% para evitar el deterioro de las muestras, además las muestras se conservaron protegidas de la luz solar y en lugar fresco menor a 15 °C, hasta su posterior transporte al laboratorio.

Para el método de recuento de células, previamente la muestra de plancton fue homogenizada, y luego se retiró 1 ml. Previamente al llenado de la cámara S-R con la muestra, se colocó el cubre de vidrio diagonalmente a través de la célula y se procedió con el llenado. El cubre se giró lentamente y tapó con la cámara S-R para evitar la formación de burbujas. Antes del recuento, se mantuvo en reposo la cámara S-R por 15 minutos para que se sedimente el plancton. Se cuenta el plancton del fondo de la cámara S-R por tiras o campos (APHA, AWWA, WPCF, 1992.). El recuento por tiras y el número de tiras a contar estuvo en función de la precisión deseada y el número de unidades (células, colonias o filamentos) por tira. Se determinó el número de plancton en la célula S-R a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{N}^\circ \text{ unidades, células, organismos/ml} = \frac{C \times 1\,000 \text{ mm}^3}{L \times D \times W \times S}$$

Donde:

C = número de organismos contados L = longitud de cada tira (1 mm),

D = profundidad de una tira (1 mm) W = anchura de una tira (1 mm),

S = número de tiras contadas

El recuento por campos fue realizado en muestras que contengan muchas células de plancton (10 o más unidades por campo). Se contaron los elementos del plancton en campos tomados al azar, cada uno en un campo de la cámara S-R. El número de campos contados dependió de la densidad de plancton. Se calculó el número de plancton por mililitro:

$$\text{N}^\circ \text{ unidades, células, organismos/ml} = \frac{C \times 1\,000 \text{ mm}^3}{A \times D \times F}$$

Donde:

C = número de organismos contados A = área de un campo (1 mm²),

D = profundidad de un campo (1 mm) F = número de campos contados

Identificación De Las Especies

Para la determinación taxonómica de las especies del fitoplancton y zooplancton se consultaron los trabajos de Kudo R. (1996) y Prescott. G. (1975).

Posteriormente, se estimaron los siguientes parámetros de la comunidad: abundancia y riqueza total, Rosenberg & Resh (1993), Índice de Diversidad de Shannon – Wiener (H'), Índice de Diversidad de Simpson (1- \square) e Índice de Equitabilidad de Pielou (J'), Ludwig & Reynolds (1988).

- **BENTOS**

El bentos está conformado por la comunidad de organismos que viven en estrecha relación con el fondo del río y sus orillas (en franjas entre 1 y 1,5 m de profundidad). En esta evaluación se muestreó básicamente macroinvertebrados bentónicos, los cuales se colectaron con la ayuda de una red Surber. En cada estación de muestreo se extraen 3 repeticiones (muestras), con la finalidad de obtener mayor cantidad de fauna bentónica y así facilitar el manejo de los análisis estadísticos.

La muestra colectada se almacena en un frasco o bolsa de plástico, y se fijaron con alcohol al 80%. Luego se rotuló la muestra y se coloca en un balde con tapa. En el laboratorio, las muestras de bentos son lavadas con agua corriente para extraer la arcilla, limo y arena fina. Luego, se procede a la identificación y conteo de los organismos presentes en la muestra, para lo cual se usa un microscopio estereoscópico con aumento de 10 a 40 veces. La identificación se basa en claves taxonómicas, Merritt & Cummins (1996). Se estimaron los siguientes parámetros de la comunidad: abundancia y riqueza total, Rosenberg & Resh (1993), Índice de Diversidad de Shannon – Wiener (H'), Índice de Diversidad de Simpson ($1 - \square$) e Índice de Equitabilidad de Pielou (J'), Ludwig & Reynolds (1988).

- **PERIFITON**

El perifiton fue colectado en la zona de orilla de cada estación realizando raspados de rocas y otros sustratos sumergidos de unos 30 cm² para la obtención de microalgas y microorganismos. Posteriormente se realizó la fijación directa con formalina al 10% para evitar el deterioro de las muestras, Estévez (1998), Roldan (1992).

Para la determinación taxonómica de las especies del plancton se consultaron los trabajos de Kudo R., 1996 y Prescott. G., 1975. Y para la identificación de macroinvertebrados se basó en claves taxonómicas, Merritt & Cummins (1996)

Posteriormente, se estimaron los siguientes parámetros de la comunidad: abundancia y riqueza total (Rosenberg & Resh, 1993), Índice de Diversidad de Shannon – Wiener (H'), Índice de Diversidad de Simpson ($1 - \square$) e Índice de Equitabilidad de Pielou (J'), Ludwig & Reynolds (1988).

2.5 TRABAJO DE GABINETE

La información obtenida en campo, es procesada con análisis estadísticos con la ayuda del programa Microsoft Excel. Esta información presenta los parámetros evaluados por cada especie y por punto de muestreo. Los valores finales constituyen la abundancia relativa promedio o cobertura para cada especie dentro de un punto de muestreo o formación vegetal.

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO

UBICACIÓN

3.1.1 Ubicación geográfica

Se localiza en la región central de la Cordillera Occidental de los Andes, entre las coordenadas geográficas 14°57'19" Latitud Sur y 73°14'34" Longitud Oeste y coordenadas UTM (WGS-84) Este 688 957; Norte 8 345 851, a una altitud de 4 500 msnm. (Ver **Mapa TAB-01** de ubicación del área de estudio en la sección Mapas)

3.1.2 Ubicación hidrográfica

El área de estudio se encuentra ubicada en la parte alta de la cuenca del río Ocoña, subcuenca del río Marán y en la microcuenca de Patari.

La cuenca del río Ocoña pertenece a la vertiente del Pacífico o Región Hidrográfica del Pacífico, y está asignado con el código 136 (Código Autoridad Nacional del Agua - Ex INRENA). Hidrográficamente la cuenca del río Ocoña limita por el norte con la cuenca del río Pampas y la Intercuenca Alto Apurímac. Por el sur con la cuenca del río Camaná y el Océano Pacífico. Por el este con la cuenca del río Marañón. Y por el oeste con las cuencas del río Yauca, río Chaparra, río Chala, río Ático y río Caraveli. (Ver **Mapa TAB-09** Hidrográfico, presentado en la sección Mapas).

3.1.3 Ubicación política

Políticamente el área de estudio se ubica en el distrito Oyolo, que pertenece a la provincia Paucar del Sara, la cual a su vez está ubicada en la región política de Ayacucho.

3.1.4 Acceso

El acceso a la zona del proyecto se puede realizar por vía aérea y terrestre o sólo terrestre. Las rutas aéreas son: Lima – Cuzco (1,50 horas), o Lima – Arequipa (1,50 horas), luego se continúa con las rutas terrestres. Las rutas aéreas - terrestres se describen a continuación en las Tablas 7 y 8:

Tabla 7 Acceso al Área de estudio por vía aéreo - terrestre desde Lima – Cuzco.

De	A	Tipo de Vía	Tiempo (Horas)	Distancia (km)
Lima	Cuzco	Aérea	1,5	1 165,0
Cuzco	Chalhuanca	Asfaltada	4,5	319,0
Chalhuanca	Iscahuaca	Asfaltada	1,0	45,0
Iscahuaca	Inmaculada	Trocha carrozable	3,5	141,1

Elaboración: Propia, 2014

Tabla 8 Acceso al Área de estudio por vía aéreo - terrestre desde Lima – Arequipa.

De	A	Tipo de Vía	Tiempo (Horas)	Distancia (km)
Lima	Arequipa	Aérea	1,5	1 030,0
Arequipa	Corire	Asfaltada	3,0	165,0
Corire	Cotahuasi	Asfaltada	4,0	230,0
Cotahuasi	Inmaculada	Trocha carrozable	3,0	120,0

Elaboración: Propia, 2014

El viaje también puede ser realizado únicamente por vía terrestre desde Lima por la Panamericana Sur hasta Nazca (460 km), a partir de allí existen dos opciones viales que a continuación se describe, ver las Tablas 9 y 10.

Tabla 9 Acceso al Proyecto por vía terrestre desde Lima – Cuzco.

De	A	Tipo de Vía	Tiempo (Horas)	Distancia (km)
Lima	Nazca	Asfaltada	6,0	460,0
Nazca	Puquio	Asfaltada	4,0	155,0
Puquio	Iscahuaca	Asfaltada	3,0	142,0
Iscahuaca	Inmaculada	Trocha carrozable	4,45	141,1

Elaboración: Propia, 2014.

Tabla 10 Acceso al Proyecto por vía terrestre desde Lima – Arequipa.

De	A	Tipo de Vía	Tiempo (Horas)	Distancia (km)
Lima	Nazca	Asfaltada	6,0	460,0
Nazca	Corire	Asfaltada	4,0	155,0
Corire	Cotahuasi	Asfaltada	4,0	142,0
Cotahuasi	Inmaculada	Trocha carrozable	3,0	141,1

Elaboración: Propia, 2014.

De acuerdo a la clasificación biogeográfica elaborada por Morrone (2001), la zona de estudio se encuentra dentro de la Provincia Biogeográfica de la Puna, la cual está dentro de la Subregión de Páramo Puneña y ésta a su vez dentro de la región andina.

MARCO LEGAL

La protección de los bofedales está incluida dentro de la normativa ambiental peruana. Proteger los bofedales es parte del desarrollo sostenible. Entonces una empresa minera que comienza o ya desarrolla su actividad y quiere cumplir con la normativa ambiental respecto a este tema necesita conocer dos temas fundamentales: el primero es la normativa que señala puntualmente el procedimiento que se tiene que seguir respecto a los bofedales, si es que estos serán impactados; y el segundo es la definición de lo que son bofedales, sobre todo una definición válida para la ley peruana.

Empezando por la legislación peruana, se analizará la Constitución Política del Perú (1993), la cual en su Capítulo II, artículo 67°, establece que el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de sus recursos naturales. Pues bien para esto el Estado a través del Congreso de la Republica promulga en el 2005 la Ley General del Ambiente – Ley N° 28611, esta es la ley que direcciona la política ambiental del Perú y es de cumplimiento obligatorio para el sector público y privado.

Revisando la Ley General del Ambiente encontramos que la palabra bofedal(es) es mencionada una sola vez, en el artículo 99, capítulo 2, título III, y está considerada dentro del grupo de ecosistemas frágiles; entonces para efectos de entender cómo proceder con respecto a los bofedales (como empresa minera) se tomará como sinónimo de bofedales al término ecosistemas frágiles. Estos ecosistemas son de tan importante consideración que se fomenta su conservación a través de la inversión pública y privada. Son importantes por la rareza biológica que contienen sus recursos, y por los beneficios ambientales que otorgan (mejora de la calidad del aire, prevención de desastres naturales, etc.). La Ley General del Ambiente es muy puntual con respecto al tema de los bofedales, podemos también valernos de otro término con el que se refieren a este ecosistema y que se encuentra dentro de la Ley, siendo el de humedal, más específicamente humedal altoandino. Los bofedales también son conocidos como ecosistemas de montaña.

El Artículo 51° del Decreto Supremo N°040-2014-EM, Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las actividades de Explotación, Beneficio, Labor General,

Transporte y Almacenamiento Minero, de fecha 12 de noviembre del 2014; en su Artículo 51° hace mención que “Cuando en el desarrollo del proyecto se afecten áreas de importancia ecológica (...), tales como: (...) bofedales (...), y siempre que no se puedan adoptar medidas de prevención, mitigación, recuperación y o restauración; se deberá incluir, dentro del estudio ambiental, un plan de compensación ambiental. (...)”, pudiéndose considerar como alternativa el traslado y reubicación de bofedales, por cuanto son medidas y acciones generadoras de beneficios ambientales proporcionales a los daños o perjuicios ambientales causados por el desarrollo de determinado proyecto.

Entonces en resumen el estado peruano a través de la Ley General del Ambiente protege a los bofedales – ecosistema frágil – humedal – ecosistema de montaña, y promueve su uso sólo de manera sostenible; pero no especifica ni señala alguna norma complementaria que nos guíe en la identificación de lo que vamos a proteger Sin embargo en las disposiciones complementarias acerca de los estándares de calidad ambiental mencionan que en tanto estos no hayan sido establecidos en el país, son de uso referencial los establecidos por instituciones de derecho internacional público, como por ejemplo los de la Organización Mundial de la Salud.

Tomando este criterio para la búsqueda de lo que es un bofedal para la ley peruana, se procede a revisar convenios o tratados ambientales internacionales en donde se trate este tema. En 1971, en la ciudad sede de Ramsar, en Irán, se realizó una Convención sobre humedales de importancia internacional a los cuales se debía aplicar un uso racional o sostenible. El Perú se inscribe en la Convención Ramsar en 1986 pero se adhiere formalmente como parte contratante bajo la resolución legislativa N° 25353.

Si bien la convención Ramsar tiene como objetivo la preservación de los humedales con el fin de asegurar un hábitat a las aves locales y sobre todo migratorias, también presenta una guía para identificar “bofedales” y explica la importancia del porque proteger estos ecosistemas. Este documento no presenta el termino bofedal en sí, pero menciona otros términos como “turberas” “miré” y “pastizales húmedos” que podrían ser de mucha ayuda en este tema. Una turbera o un miré es un humedal que contiene un suelo saturado de agua, conformado por turba o restos vegetales, pero el “miré” en particular alberga una vegetación capaz de formar rápida y continuamente esta turba. Entonces el concepto de Miré es el concepto más cercano al que se tiene de un bofedal.

El Ramsar destaca que las turberas o mirés (para nosotros bofedales), más importantes son aquellas que siguen y seguirán teniendo una cuota de agua importante y constante, presencia de vegetación formadora de turba, alberguen una diversidad importante, tengan y retengan mucha turba que en la práctica viene a ser carbono, que sean de origen muy antiguo. Las turberas grandes son mucho más importantes y por tanto deben ser más consideradas que las turberas pequeñas. Otra categoría del Ramsar semejante al concepto de bofedal son los pastizales húmedos, con los cuales a veces cohabita, ya que a veces se asientan sobre turberas en deterioro o sectores no anegados dentro de las turberas, pero sin embargo no tienen la capacidad de formar turba como lo haría una especie típica de bofedal. Muchos biólogos – botánicos hoy en día consideran a los pastizales húmedos como bofedales. Su importancia es como la de cualquier otra vegetación por captar agua o fomentar que esta pase a la napa freática, previniendo desastres naturales, fomentando la regulación del recurso hídrico, entre otros beneficios.

Volviendo al marco de la ley peruana, se menciona la importancia de los humedales – bofedales en la Ley de Recursos hídricos (Ley 29338), porque son reservorios de agua, para el hombre y la biota local, ya sea en la superficie o contribuyendo a alimentar la napa freática y evitan desastres naturales. Si se va a impactar un bofedal que es un reservorio de agua, la Autoridad Nacional del Agua tiene que dar su veredicto y para que sea positivo hay que acatar con los cumplimientos que exige.

La Ley forestal y de fauna silvestre (Ley 29763), también protege a los ecosistemas frágiles – bofedales, por tener baja capacidad de regeneración. En la Ley forestal se exige información científica para dar alguna categoría de protección al sistema natural en cuestión.

A través de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley 27446), se hace patente las exigencias del estado de que al desarrollar una actividad económica, se esté llevando un desarrollo sostenible, ya que esta ley exige la realización de un estudio de impacto ambiental (como parte de la evaluación), el cual debe contener una línea base biológica y dentro de este capítulo se describe, si es que existe, ecosistemas frágiles como los bofedales.

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.5 Clima y Meteorología

De acuerdo a la clasificación climática del Centro de Predicción Numérica del Tiempo y el Clima (MINAM-IGP), el área de estudio se encuentra en un clima frío-templado (la temperatura media anual se presenta en un rango de 9,5 – 12,5 °C), moderadamente lluvioso (la precipitación media anual es de 870,0 mm) y de amplitud térmica continental (la amplitud de la temperatura es mayor a 20°C).

Según la Clasificación Climática del Perú elaborado (SENAMHI, 1988), desarrollado según el método de Thornthwaite, presenta las siguientes características climáticas:

- *Clima semi – seco frío C (o,i,p) C' H2*. Se caracteriza como una zona semi – seca fría por estar comprendida entre los 3000 m y 4000 m de altitud, aproximadamente. También se caracteriza por presentar escasez de lluvias en las estaciones de otoño, invierno y primavera, con una humedad relativa calificada como húmeda.
- *Clima lluvioso semi – frígido B (o,i) D' H3*. Es la zona comprendida entre los 4000 m a 5000 m de altitud, aproximadamente. Se caracteriza por la presencia de lluvias abundantes que superan los 800 mm/año, con una humedad relativa calificada como húmeda.

En la Tabla 11 se describe la ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas usadas para determinar el régimen hídrico (Ver **Mapa TAB-02** donde se muestra la ubicación de las Estaciones Meteorológicas).

Tabla 11 Ubicación de las estaciones meteorológicas.

N°	Estación	Coordenadas UTM (WGS-84)		Altitud msnm	Ubicación Política			Periodo de Registro
		Este	Norte		Región	Provincia	Distrito	
1	Chinchayllapa	743 843	8 349 629	4100	Arequipa	La Unión	Huaynocotas	1980/87 - 1990/2009
2	Orcopampa	786 452	8 312 248	3779	Arequipa	Castilla	Orcopampa	1980 - 2010
3	Urayhuma	654 397	8 3854 09	4170	Ayacucho	Parinacochas	Upahuacho	1964 - 1979
4	Coracora	630 804	8 339 451	3172	Ayacucho	Parinacochas	Coracora	1964/84 - 1991/2009
5	Pulhuay	739 994	8 323 841	3455	Arequipa	La Unión	Alca	1984/88 - 1991/2010

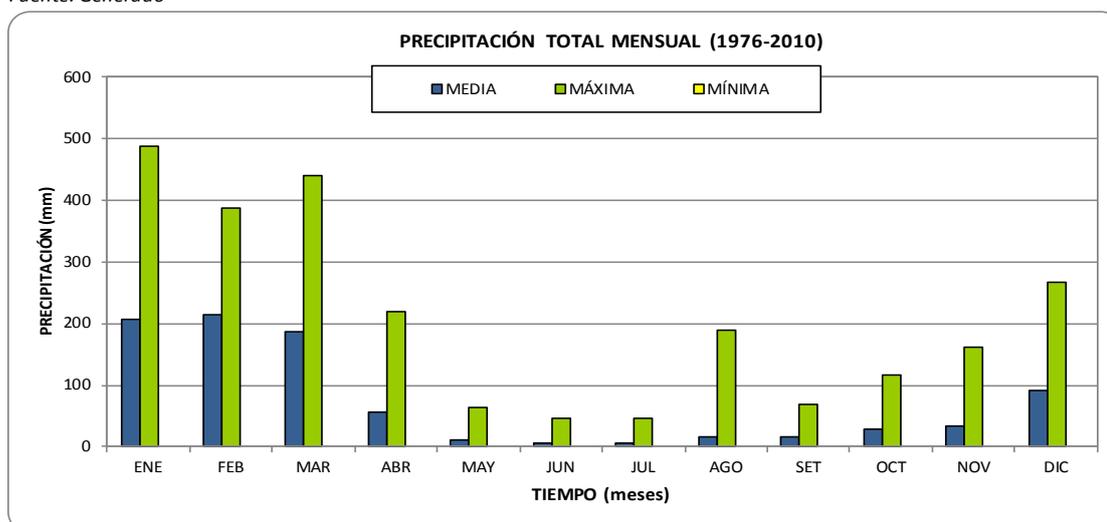
Elaboración: Propia, 2014.

Con el objeto de determinar el régimen pluviométrico del área de estudio se empleó la información de las estaciones meteorológicas indicadas en la Tabla 11; a partir de ello se genera la estación Quellopata (4 580 m), durante los años 1976 – 2010, indicando una altitud media de 4 450 m y una precipitación de 870,07 mm/año (Ver Figura 1).

Figura 1 Relación altitud vs precipitación – Estación generada Quellopata.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
MEDIA	206.34	213.25	186.57	56.37	9.96	5.89	4.92	16.48	17.27	27.77	34.72	90.53	870.07
MÁXIMA	487.91	387.86	439.84	218.33	62.62	45.13	45.01	188.97	68.25	116.69	162.80	266.76	487.91
MÍNIMA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DESV. EST.	146.86	104.17	110.71	52.73	15.58	9.83	11.23	35.78	21.25	31.93	41.62	72.48	326.53

Fuente: Generado



Elaboración: Propia, 2014.

VARIABLES METEOROLÓGICAS

a) Precipitación

La precipitación en los sectores andinos presenta un régimen pluvial netamente de verano, ya que las lluvias tienen sus inicios en los meses primaverales y van cobrando mayor intensidad en los meses de enero y febrero, para luego decrecer casi bruscamente hacia el mes de abril en que se inicia un periodo de estiaje que se caracteriza por la ocurrencia de precipitaciones muy escasas o por la ausencia definitiva de estas en algunos meses, especialmente durante los meses más fríos de junio y agosto. A continuación en la Tabla 12 se presenta las precipitaciones medias anuales para cada una de las estaciones meteorológicas que se utilizan como referencia.

Tabla 12 Relación de estaciones meteorológicas.

Estación meteorológica	Precipitación media anual
Estación Chinchayllapa	711,35 mm
Estación Orcopampa	410,88 mm

Estación Urayhuma	737,11 mm
Estación Coracora	399,62 mm
Estación Pulhuay	553,55 mm
Estación Quellopata	870,07 mm

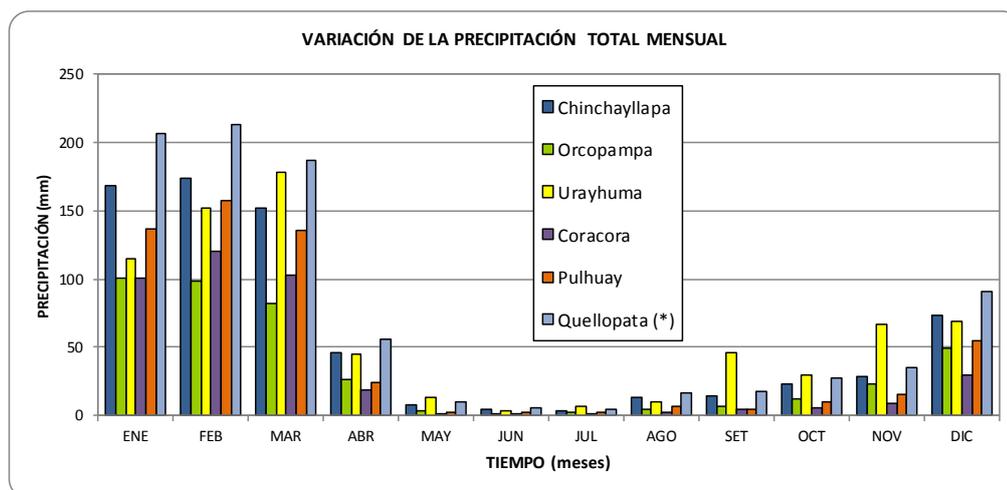
Elaboración: Propia, 2014.

En la Figura 2 se muestra la comparación de las precipitaciones medias mensuales de las estaciones meteorológicas del área de estudio.

Figura 2 Comparación de la variación de precipitación por estaciones.

ESTACIONES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Chinchayllapa	168.70	174.35	152.53	46.09	8.14	4.82	4.02	13.48	14.12	22.71	28.39	74.01	711.35
Orcopampa	100.77	98.68	82.64	26.29	3.41	0.26	2.03	4.73	6.81	12.47	23.30	49.49	410.88
Urayhuma	115.03	151.66	178.14	45.31	13.47	3.56	7.36	10.37	46.32	30.11	66.96	68.82	737.11
Coracora	100.82	120.61	103.47	18.42	1.28	0.91	1.40	2.11	5.12	6.23	9.49	29.76	399.62
Pulhuay	136.99	157.65	135.74	23.86	2.20	2.70	2.20	7.07	4.31	10.24	15.44	55.17	553.55
Quellopata (*)	206.34	213.25	186.57	56.37	9.96	5.89	4.92	16.48	17.27	27.77	34.72	90.53	870.07

Fuente: SENAMHI (*) Generado



Elaboración: Propia, 2014.

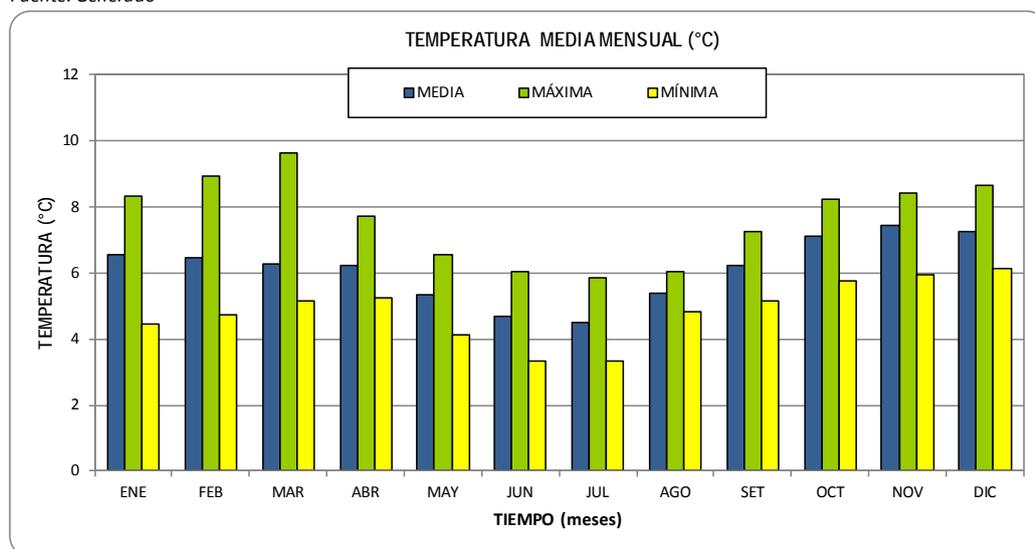
b) Temperatura

Para determinar la temperatura en la estación generada Quellopata se ha considerado los datos de temperatura registrados en la estación Coracora y de una isoterma que da a conocer el comportamiento y la distribución de la temperatura en función de la altitud (tomada a partir del estudio de Evaluación de los Recursos Hídricos de la cuenca del río Ocoña – Estudio Hidrológico, realizado por la Autoridad Nacional del Agua). A partir de ello se ha generado la temperatura promedio en la estación Quellopata, como se muestra en la Figura 3, con una temperatura promedio mensual de 6,12°C.

Figura 3 Variación de la temperatura Estación Quellopata generada.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
MEDIA	6.56	6.45	6.27	6.21	5.33	4.67	4.51	5.37	6.21	7.12	7.45	7.27	6.12
MÁXIMA	8.35	8.95	9.65	7.75	6.55	6.05	5.85	6.05	7.25	8.25	8.45	8.65	9.65
MÍNIMA	4.45	4.75	5.15	5.25	4.15	3.35	3.35	4.85	5.15	5.75	5.95	6.15	3.35
DESV. EST.	0.93	1.07	1.05	0.61	0.62	0.74	0.67	0.39	0.63	0.71	0.65	0.73	0.39

Fuente: Generado



Elaboración: Propia, 2014.

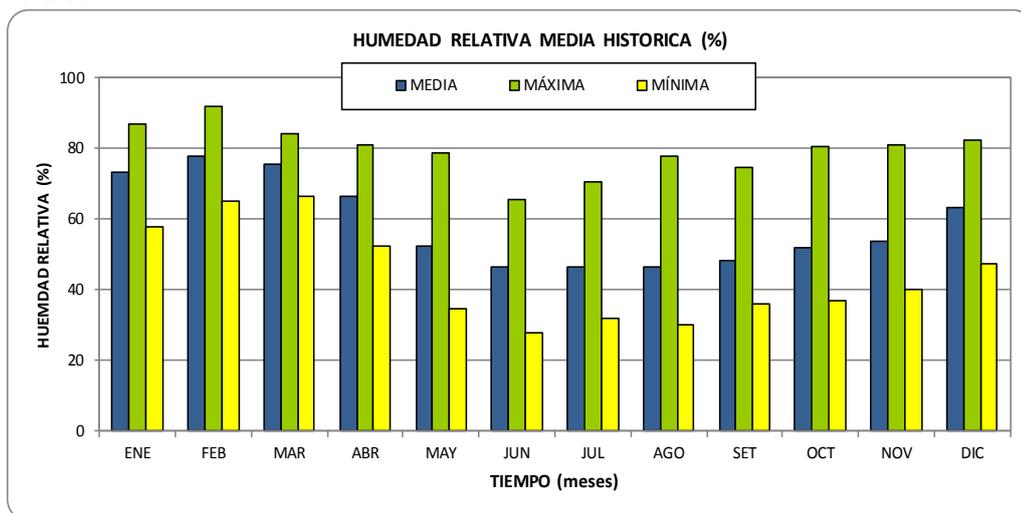
c) Humedad relativa

Para determinar este parámetro se ha tomado en cuenta los valores de la Estación meteorológica Coracora, con una humedad relativa mínima registrada de 28,0%, humedad promedio registrada de 58,6% y humedad relativa máxima registrada de 92,2%. La información de humedad relativa mínima, media y máxima para la estación Coracora puede visualizarse en la Figura 4.

Figura 4 Variación de la humedad relativa estación Coracora.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
MEDIA	73.16	78.05	75.61	66.53	52.43	46.52	46.58	46.57	48.48	52.13	53.72	63.33	58.59
MÁXIMA	86.80	92.20	84.50	81.20	79.00	65.80	70.50	77.70	74.90	80.80	81.30	82.40	92.20
MÍNIMA	57.80	65.30	66.60	52.30	34.90	28.00	31.90	30.00	36.10	37.00	40.10	47.50	28.00
DESV. EST.	7.82	7.13	4.66	7.62	13.03	11.87	11.74	12.97	11.29	12.83	11.08	7.93	7.89

Fuente: SENAMHI



Elaboración: Propia, 2014.

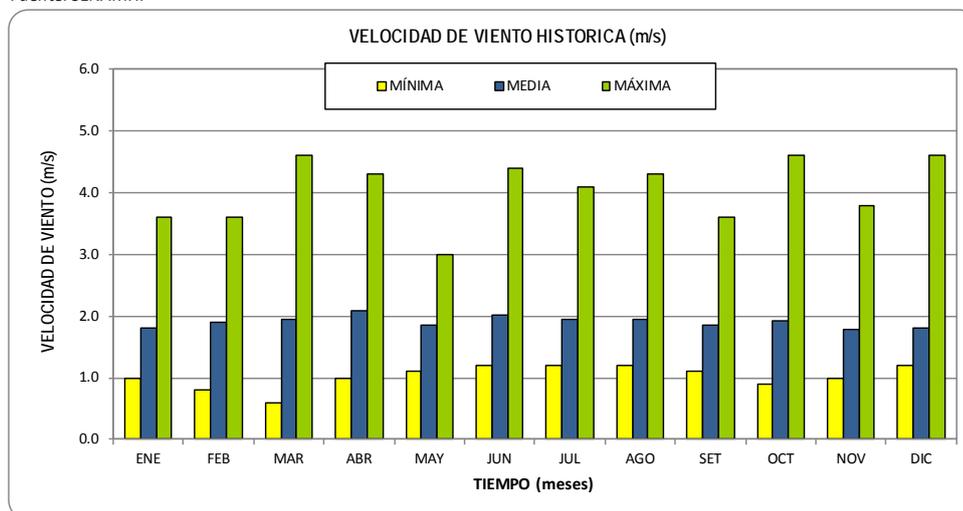
d) Velocidad de Viento.

Para la obtención de este parámetro se ha tomado en consideración la velocidad y dirección del viento, registrado en la estación meteorológica de Coracora. En general para un año promedio la distribución de la velocidad media del viento varía entre 1,8 a 2,1 m/s, con una dirección preferente de sur y oeste (Ver Figura 5).

Figura 5 Variación de la humedad relativa Estación Coracora.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
MEDIA	1.8	1.9	2.0	2.1	1.9	2.0	1.9	1.9	1.8	1.9	1.8	1.8	1.9
MÁXIMA	3.6	3.6	4.6	4.3	3.0	4.4	4.1	4.3	3.6	4.6	3.8	4.6	4.6
MÍNIMA	1.0	0.8	0.6	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	0.9	1.0	1.2	0.6

Fuente: SENAMHI



Elaboración: Propia, 2014.

e) **Evapotranspiración.**

Se ha realizado el cálculo de la evaporación potencial mensual por el método de Thornthwaite, con la serie de datos de la temperatura mensual de la Estación Quellopata. Ver Tabla 13.

Tabla 13 Evaporación potencial mensual - Estación Quellopata.

Índice térmico anual (I) = 16.4364							
Exponente (a) = 0.7691							
Mes	Temperatura	Índice	ETo	Factor f	Etr mensual	Etr diaria(mm)	
Ene	6,56	1,509	46,39	1,12	51,957	1,68	30 50,4
Feb	6,45	1,47	45,79	0,98	44,875	1,6	28 44,8
Mar	6,27	1,409	44,804	1,05	47,045	1,52	31 47,12
Abr	6,21	1,388	44,474	0,98	43,585	1,45	30 43,5
May	5,33	1,102	39,543	0,98	38,752	1,25	31 38,75
Jun	4,67	0,902	35,72	0,94	33,577	1,12	30 33,6
Jul	4,51	0,855	34,775	0,97	33,732	1,09	31 33,79
Ago	5,37	1,114	39,771	1	39,771	1,28	31 39,68

Índice térmico anual (I) = 16.4364								
Exponente (a) = 0.7691								
Mes	Temperatura	Índice	ETo	Factor f	Etr mensual	Etr diaria(mm)		
Set	6,21	1,388	44,474	1	44,474	1,48	30	44,4
Oct	7,12	1,708	49,407	1,07	52,865	1,71	31	53,01
Nov	7,45	1,829	51,158	1,07	54,74	1,82	30	54,6
Dic	7,27	1,762	50,205	1,12	56,23	1,81	31	56,11

Elaboración: Propia, 2014.

3.1.6 Geología y Sismicidad

La descripción del área de estudio se basa en la información del Boletín N° 41 Geología de los Cuadrángulos de Pacapausa – INGEMMET (Cuadrángulo 30-p), encontrándose en el borde occidental de la Cordillera Occidental del Sur del Perú, con un tope del terciario representado por rocas volcánicas de flujos sub horizontales andesita – basálticas ricas en plagioclasa y magnetita, pertenecientes a la Formación Aniso y un basamento del cuaternario. En el **Mapa TAB-03** se presenta la información geológica de referencia.

3.1.7 Estratigrafía

La secuencia estratigráfica está representada por:

Figura 6 Columna estratigráfica del área de estudio.

ERA	SISTEMA / PERIODO	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO	DEPÓSITOS MORRÉNICOS	Qpl-mo
		DEPÓSITOS GLACIO-FLUVIALES	Qpl-glf
	TERCIARIO	FORMACIÓN ANISO	Tm-an

Elaboración: Propia, 2014.

- **Formación Aniso (Tm – an)**

Esta unidad estratigráfica ha sido reportada por Guevara C. y Dávila D. en 1983, de naturaleza volcánico-sedimentaria, aflorando en la quebrada Laguiña y Patari, y en grandes extensiones al norte del área de estudio. Está constituida por intercalaciones de areniscas tobáceas grises a verdosas, con areniscas conglomerádicas cuyos fragmentos subredondeados a subangulares son de tobas o lavas andesíticas; también se observa estratos de tobas redepositadas blanco-amarillentas. Esta unidad se ha

depositado en un ambiente lagunar o subaéreo, con presencia de estratificación sesgada, gradada, delgada, laminar plano a algo ondulante, así como por el adelgazamiento de los estratos, y por la naturaleza litológica, cuya variación lateral en granulometría nos evidencia cambios tanto en la dirección de aportes como en la energía de transporte.

- **Depósitos Morrénicos (Qpl-mo)**

Estos depósitos se encuentran sobre los 4 000 msnm, constituyendo llanuras o lomadas, tienen origen glaciar como producto de la desglaciación, los depósitos morrénicos morfológicamente son lomadas con su cresta morrénica bien diferenciables. El material consta mayormente de bloques gravas, arena y limo en una matriz areno limosa a limo arenosa, algo consolidados con leve estratificación, los fragmentos constan mayormente de rocas volcánicas para unos lugares y sedimentarias para otros, dependiendo del lugar de procedencia del glaciar.

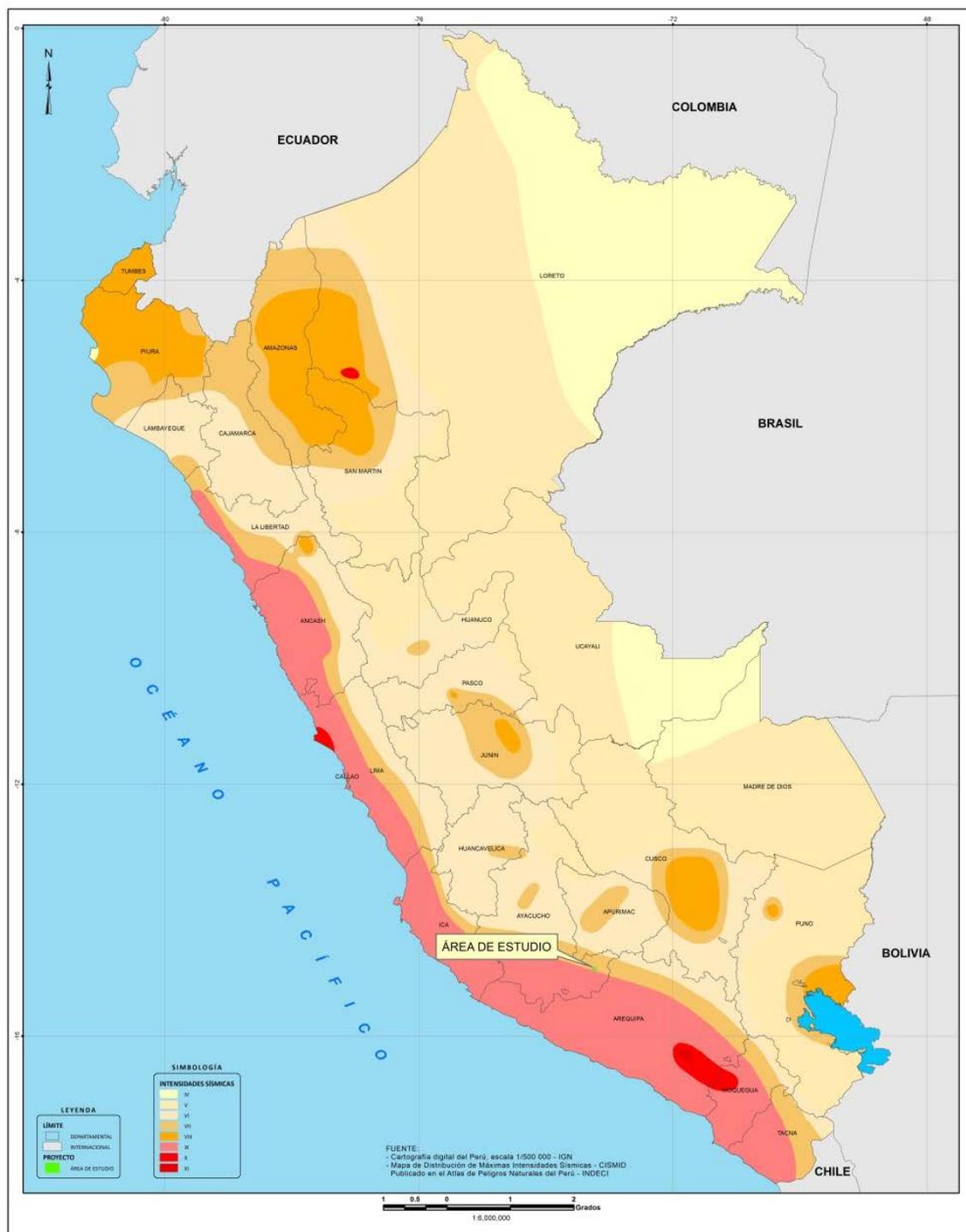
- **Depósitos Glaciofluviales (Qpl-glf)**

También se encuentran sobre los 4 000 msnm, constituyendo llanuras o lomadas, tienen origen glaciar como producto de la desglaciación, los depósitos glaciofluviales en general presentan las mismas características que los depósitos morrénicos, diferenciándose únicamente morfológicamente, ya que son llanuras que tienen características de erosión fluvial producto de la desglaciación de las nieves.

Sismicidad

La actividad sísmica en la Región Central Sur del Perú presenta una alta actividad sísmica intermedia, debido a la interacción de la Placa de Nazca con Sudamericana, con rasgos tectónicos regionales con son la Cordillera de los Andes y la fosa oceánica Perú-Chile, que están relacionados con la alta actividad sísmica y otros fenómenos telúricos, como una consecuencia de la interacción de dos placas convergentes. De acuerdo al Mapa de Intensidades sísmicas del CISMID y del INDECI, el área de estudio se ubica en la Zona VII. A continuación se presenta la Figura 7 donde se ubica el área de estudio.

Figura 7 Mapa de Intensidades Sísmicas.



Fuente: CISMID-INDECI.

3.1.8 Geomorfología

Desde el punto de vista de la geomorfología el área de estudio se encuentra en la Cordillera Occidental del sur del Perú, constituido por altas cumbres, valles, mesetas, colinas y depósitos morrénicos, con una altitud que desde los 4,350 m a 4,500 m; por donde discurren riachuelos de escaso caudal la mayor parte del año, salvo en los meses de lluvias en donde su caudal aumenta considerablemente. La acción erosiva de diversos agentes: glaciar, fluvial, vientos, lluvias, nieve, etc., dejan como resultado valles y lagunas, pudiendo distinguirse los siguientes paisajes:

- áreas con una topografía suave (pendientes de 4 a 8%) conformados por superficies amplias, y en algunos sectores con agua superficial.
- un relieve irregular con pendientes de 8 a 15%.

Lo expuesto se puede apreciar en el **Mapa TAB-04** donde muestras la pendiente que conforma e relieve del área de estudio. Asimismo se ha logrado diferenciar las siguientes unidades geomorfológicas, las cuales se muestran en la Tabla 14 y en el **Mapa TAB-05** se presenta los rasgos geomorfológicos identificados en el área de estudio.

Tabla 14 Unidades geomorfológicas.

Unidades Geomorfológicas	Descripción	Litología	Altitud msnm
Altas cumbres	La pendiente del terreno es fuerte, con zonas abruptas, con abundantes escarpas, y crestas pronunciadas. Tiene amplio desarrollo de escombros de talud y profundos surcos ocasionados por las corrientes de agua.	La litología predominante son tobas brechoides, lavas y piroclastos redepositados que constituyen las formaciones Aniso.	4450-4550
Morrenas	La distribución es irregular, constituye geofomas de agradación, la pendiente del terreno es muy suave. El grado de erosión es suave, ya que generalmente se ubica bajo una sola cota, lo que no le da pendiente de erosión, siendo la erosión pluvial su principal agente denudatario.	Consta de una mezcla heterogénea de gravas y limo.	4400-4450
Valles Glacial	Esta unidad se encuentra cortando a las demás unidades, siendo su distribución variada. Las paredes de los valles glaciales son menos empinadas y más abiertas con su forma en "os, en las paredes de los valles son empinadas con su forma en "U". No forma terrazas en el fondo del valle, también se denota un trazo rectilíneo lo que denota control	Se ubica sobre todos los tipos de roca del área que corta las diferentes unidades estratigráficas.	Mayores a 4000

Unidades Geomorfológicas	Descripción	Litología	Altitud msnm
	estructural del sistema de fracturas o fallas.		
Laderas Moderadamente Empinadas	Son superficies accidentadas con numerosos escarpes subverticales con pendientes de 28°, la erosión actual es por acción de la escorrentía superficial y la distribución debido a los procesos de congelamiento y descongelamiento en la zona, por encontrarse en zonas glaciales.	La litología predominante en estas áreas es de areniscas.	4200 a 4400 msnm.

Elaboración: Propia, 2014.

3.1.9 Suelos

El suelo es un cuerpo natural, independiente, tridimensional y dinámico, que se genera debido a la interacción de factores de formación (clima, topografía, material parental (roca madre), organismos y tiempo) y que ocupa un espacio finito y puntual en la superficie terrestre. La evaluación edafológica permitió conocer la aptitud natural de las tierras, distribución de tipos de suelos, potencial, lineamientos de uso y manejo para el trasplante del bofedal, sobre la base de las características morfológicas, físicas, químicas y biológicas de los diferentes horizontes que lo conforman. Se siguió los lineamientos del Manual de Levantamiento de Suelos (Soil Survey Manual, 1993) y los suelos han sido clasificados taxonómicamente hasta el nivel de Subgrupo, con el Sistema del Soil Taxonomy (Keys of soil Taxonomy, 2010). Asimismo se consideró lo dispuesto por el MINAG a partir del D.S. N° 013-2010-AG. “Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos”. En la Tabla 15 el grado de inclinación del suelo en fases por pendientes.

Tabla 15 Grado de Inclinación del Suelo en Fases por Pendiente.

Término Descriptivo	Rango (%)	Símbolo
Plano a Ligeramente inclinado	0 – 4	A
Moderadamente inclinado	4 – 8	B
Fuertemente inclinado	8 – 15	C
Moderadamente empinado	15 – 25	D
Empinado	25 - 50	E
Muy empinado a extremadamente empinado	50-75	F

Elaboración: Propia, 2014.

Se consideraron las pautas establecidas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1993) y el National Survey Center (1998) y las características ecogeográficas del lugar.

Según la Clasificación Taxonómica del Departamento Federal de Agricultura de los Estados Unidos de América (United States Department of Agriculture, 2010 Keys to Soil Taxonomy - 10th Edition), se estableció que los suelos de la zona de estudio son de escaso desarrollo genético con minerales, con secuencia de capas A-C-R A-Cr, todos con sus respectivas subdivisiones, y pertenecen a dos órdenes: Entisols y Mollisols, se muestran en la Tabla 16. A continuación se describen los órdenes de los suelos clasificados:

- Entisols, está constituido por suelos poco desarrollados y tiene como subórdenes a Orthents, el cual muestra evidencia de meteorización y erosión recientes y; Fluvents, originado por depósitos de corrientes de agua en zonas de baja pendiente.
- Mollisols, incluye suelos con una alta saturación de bases en el perfil y epipedónmólico, encontrándose el suborden Cryolls, con régimen de temperatura cryico.

Tabla 16 Clasificación Natural de los Suelos identificados

Taxonomía de Suelos (2010)				Nombre Común de los Suelos
Orden	Sub orden	Gran grupo	Sub grupo	
Entisols	Orthents	Cryorthents	Lithic Cryorthents	Inmaculada
			Oxyaquic Cryorthents	Huancute Patari
Mollisols	Cryolls	Haplocryolls	Lithic Haplocryolls	Huarmapata

Elaboración: Propia, 2014.

En la Tabla 17 se presenta el resumen de las características fisicoquímicas generales de los suelos.

Tabla 17 Características Físico-Químicas de los Suelos

Nombre del suelo	Textura	Pedregosidad Superficial	Carbonatos	pH	Materia Orgánica	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	CIC
Inmaculada	Franco arenosa	30 a 90%	Bajo	Extremadamente ácido a moderadamente ácido	Alto a bajo	Bajo	Alto a bajo	Alto a bajo	Baja
Huancute	Franco arenosa	10 a 40%	Bajo	Fuertemente ácido a moderadamente ácido	Alto a bajo	Medio a bajo	Alto a bajo	Medio a bajo	Media a baja
Patari	Franca franco arenosa	Menor de 30%	Bajo	Extremadamente ácido a muy fuertemente ácido	Alto a bajo	Bajo	Bajo	Medio a bajo	Baja a muy baja
Huarmapata	Franca franco arenosa	10 a 90%	Nulo	Moderadamente ácido	Medio a bajo	Bajo	Medio	Medio a bajo	Alta

Elaboración: Propia, 2014.

Del área de estudio se puede decir que los suelos son muy superficiales a superficiales (solo el suelo Patari es moderadamente profundo), con niveles altos a bajos de materia orgánica, fósforo y potasio disponibles y medios a bajos de nitrógeno mineral y fertilidad química media a baja. Son de reacción extremadamente ácida a neutra, no salinos, y sin carbonatos. Las limitaciones a la profundidad efectiva la constituyen los altos contenidos de fragmentos gruesos en los horizontes inferiores del perfil, así como la existencia de capas internas saturadas y la presencia del agua subterránea.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) que refleja la fertilidad potencial de un suelo es muy variable, desde contenidos altos a muy bajos, influyendo los contenidos de los coloides (arcilla y humus), el pH muy ácido en los valores bajos puesto que limita la manifestación de las cargas negativas y la existencia de minerales arcillosos de alta CIC. Los horizontes superficiales presentan los colores más oscuros del perfil (pardos oscuros) debido a su mayor nivel de materia orgánica humificada; por otro lado, en las capas

internas predominan los colores pardos con tonalidades amarillentas y grisáceas, así como los grises. La materia orgánica de dichos horizontes superficiales influye de manera positiva sobre otras propiedades físicas como estructura (tipo granular), consistencia (friable), aireación (moderada) y retención de agua (media). Las clases texturales más comunes son franco arenoso y franca.

Tipos de Suelo

En el área de estudio se identificaron 4 tipos de suelos: Inmaculada, Huancute, Patari y Huarmapata. El resumen de las características generales de los suelos del área del proyecto se presenta en la Tabla 18.

Tabla 18 Características Generales de los Suelos

Nombre del Suelo	Material Parental	Paisaje	Pendiente	Profundidad Efectiva	Drenaje	Fertilidad Química
Inmaculada	Residual y coluvial	Pie de monte y laderas	4 a 75%	30 a 90%	15 a 40	Bueno
Huancute	Coluvio-aluvial	Pie de montes y laderas	Menor de 25%	10 a 40%	15 a 30	Imperfecto
Patari	Coluvio-aluvial	Laderas y pie de montes	4 a 50%	Menor de 30%	50 a 60	Imperfecto
Huarmapata	Residual y coluvio-aluvial	Pie de montes y laderas	4 a 75%	10 a 90%	25 a 40	Bueno

Elaboración: Propia, 2014.

A continuación se presenta la descripción de los tipos de suelos evaluados en la zona del proyecto:

Suelo Inmaculada

Es de textura franco arenoso, con estructura granular en el horizonte A y sin estructura (grano simple) en C; la aireación es moderada a baja, la capacidad de retención de agua es media a baja y la consistencia friable a suelta. Muestra color pardo con tonos oscuros y amarillentos. Los fragmentos muy gruesos son del tamaño de gravas, encontrándose en el perfil entre 20 a 75% y sobre la superficie en cantidades entre 30 a 90%. La permeabilidad es moderadamente rápida y el drenaje es bueno. Es calificado como un suelo muy superficial a superficial (15 a 40 cm).

Es de reacción extremadamente ácida a moderadamente ácida (pH: 4,66 a 5,75), no presentando problemas de sales (CE, menor de 4 dS/m) y el contenido de carbonatos es bajo. Los niveles de materia orgánica (6,42 a 0,68%) y potasio disponible (725 a 83 ppm) son altos a bajos, de fósforo disponible son altos a medios (25,0 a 7,4 ppm) y los de nitrógeno mineral son bajos. La CIC efectiva es baja (9,78 a 2,13 me/100 g), debido a los escasos contenidos de arcilla y humus. En el complejo arcillo – húmico se encuentran cationes básicos en mayor proporción, exhibiendo el calcio niveles bajos (5,94 a 0,46 me/100 g). El PSB se encuentra entre 67 a 99% de la CIC efectiva y la acidez cambiante entre 1 y 33%. El PSI es bajo (menor de 15%), no representando por tanto problema el sodio. La fertilidad química de este suelo es media a baja.

Suelo Huancute

Es de textura franco arenosa, reconociéndose también capas orgánicas superficiales. Muestra estructura granular solo en el horizonte A, aireación moderada a baja y capacidad de retención agua media a alta. Exhibe colores pardos con tonos amarillentos y oscuros y consistencia friable a no adhesiva. Los fragmentos muy gruesos son del tamaño de gravillas y gravas y en el perfil se encuentran en cantidades menores de 50%, mientras que en la superficie se hallan entre 10 a 40%. La permeabilidad es moderadamente rápida a moderadamente lenta y el drenaje es imperfecto. Se le clasifica como un suelo muy superficial a superficial (15 a 30 cm) debido a la existencia de capas saturadas.

Es de reacción fuertemente ácida a moderadamente ácida (pH: 5.31 a 5.73), sin problemas de sales (CE menor de 4 dS/m) y sin carbonatos (0.0%). Los niveles de materia orgánica (9,97 a 1,98%) y fósforo disponible (16,8 a 4,0 ppm) son altos a bajos, de nitrógeno mineral son bajos y de potasio disponible son medios a bajos (180 a 48 ppm). La CIC efectiva es media a baja (18,55 a 6,74 me/100 g) siendo mayor cuando la reacción se incrementa, lo cual permite la manifestación de las cargas dependientes del pH. Los cationes básicos se hallan en mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico, mostrando el calcio los contenidos más altos (14,86 a 3,83 me/100g). El rango del PSB varía entre 93 a 99% de la CIC efectiva, y la acidez cambiante entre 1 a 7%. El PSI no constituye problema (menor de 15), considerándosele como de fertilidad química media a baja.

Suelo Patari

Es de textura franca a franco arenosa, estructura granular en A y sin estructura (grano simple) en C. La aireación es moderada a baja, la retención de agua es media a alta, la consistencia es friable a no adhesiva, exhibiendo colores pardos y amarillos. Los fragmentos muy gruesos son del tamaño de gravas y dentro del perfil se hallan en contenidos de 10 a 70% y sobre la superficie en cantidades menores de 30%. La permeabilidad es moderadamente lenta y el drenaje es imperfecto. Se le califica como moderadamente profundo (50 a 60 cm) siendo la limitante la presencia de capas saturadas. Presenta reacción extremadamente ácida a muy fuertemente ácida (pH: 4,03 a 4,93), sin problemas de sales (CE, menor de 4 dS/m) y sin carbonatos. Los niveles de materia orgánica son altos a bajos (6,21 a 0,61%), de fósforo disponible (5.6 a 2.6 ppm) y nitrógeno mineral son bajos y los de potasio disponible son medios a bajos (129 a 44 pm). La CIC efectiva es baja a muy baja (11,14 a 4,94 me/100 g), debido al pH muy bajo que no permite la expresión de las cargas que aporta la fracción coloidal. Los cationes ácidos (aluminio e hidrógeno) muestran los mayores valores en el complejo arcillo – húmico (1.9 a 9.6 me/100g). El PSB tiene un rango entre 14 a 62 % de la CIC efectiva y la acidez cambiante entre 38 y 86%. No existen problemas de sodicidad (PSI, menor de 15) y su fertilidad química es baja.

Suelo Huarmapata

Es de textura franca a franco arenosa, estructura granular en A y sin estructura (masivo) en C. La aireación es moderada a alta, la retención de agua es media, la consistencia es friable a firme y los colores son pardos con tonos grises. Los fragmentos muy gruesos son del tamaño de gravas y dentro del perfil se hallan en contenidos menores de 70% y sobre la superficie en cantidades entre 10 a 90%. La permeabilidad es moderada a moderadamente rápida y el drenaje es bueno. Se le califica como superficial (25 a 40 cm) siendo la limitante la presencia de capas masivas y cantidades apreciables de fragmentos muy gruesos.

Presenta reacción moderadamente ácida (pH: 5,72 a 5,91), sin problemas de sales (CE, menor de 4 dS/m) y sin carbonatos. Los niveles de materia orgánica (2,18 a 0,41%) y de potasio disponible (218 a 94 pm) son medios a bajos, de fósforo disponible son medios (9,5 a 7,0 ppm) y de nitrógeno mineral son bajos. La CIC efectiva es alta (23,72 a 33,47 me/100 g) debido a la existencia de minerales arcillosos de alta CIC. Los cationes básicos

muestran los mayores valores en el complejo arcillo – húmico, siendo el calcio el catión con las más altas concentraciones (17,45 a 26,88 me/100g). El PSB tiene un rango entre 64 y 100% de la CIC efectiva y la acidez cambiante es menor de 36%. No existen problemas de sodicidad (PSI, menor de 15) y su fertilidad química es media a baja.

Consociaciones y Asociaciones

En la Tabla 19 se pueden observar las unidades de suelos, entre consociaciones y asociaciones (Ver **Mapa TAB-06** se presenta los rasgos edafológicos identificados en el área de estudio.

• CONSOCIACIONES

Consociación Inmaculada

Pertenece al subgrupo LithicCryorthents. Es de origen residual y presenta epipedónóchrico. Exhibe una secuencia de horizontes A-Cr y A-C-R, ubicándose sobre pie de montes y laderas con pendientes entre 4 a 50% y relieves moderadamente inclinados a empinados. El régimen de humedad es ústico y el de temperatura es cryico. Presenta cuatro fases de pendiente B, C, D y E.

Consociación Huancute

Pertenece al subgrupo OxyaquicCryorthents. Es de origen coluvio-aluvial y presenta epipedónóchrico. Exhibe una secuencia de horizontes A-Cg, ubicándose sobre pie de montes y laderas con pendientes menores de 25% y relieves planos a moderadamente empinados. El régimen de humedad es ácuico y el de temperatura es cryico. Presenta cuatro fases de pendiente: A, B, C y D.

Consociación Patari

Pertenece al subgrupo OxyaquicCryorthents. Es de origen coluvio-aluvial y presenta epipedónóchrico. Exhibe una secuencia de horizontes A-Cg, ubicándose sobre laderas con pendientes de 4 a 50% y relieves moderadamente inclinados a empinados. El régimen de humedad es ácuico y el de temperatura es cryico. Presenta cuatro fases de pendiente: B, C, D y E.

Consociación Huarmapata

Pertenece al subgrupo LithicHaplocryolls. Es de origen residual y coluvio-aluvial y presenta epipedónmóllico. Exhibe una secuencia de horizontes A-Cr y A-C-R, ubicándose sobre pie de montes y laderas con pendientes de 4 a 50% y relieves moderadamente inclinados a empinados. El régimen de humedad es ústico y el de temperatura es cryico. Presenta cuatro fases de pendiente: B, C, D y E.

• ASOCIACIONES

Asociación Inmaculada - Misceláneo Roca

Conformada por la unidad edáfica Inmaculada y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 60 y 40% respectivamente. Es de origen residual localizándose sobre laderas con pendientes de 25 a 75% y relieves empinados a muy empinados, mostrando dos fases de pendiente: E y F.

Asociación Huamarpata-Misceláneo Roca

Conformada por la unidad edáfica Huamarpata y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 60 y 40% respectivamente. Es de origen residual localizándose sobre laderas con pendientes de 25 a 75% y relieves empinados a muy empinados, mostrando dos fases de pendiente: E y F.

Tabla 19 Superficie y Porcentaje de las Unidades Cartográficas

Unidades Cartográficas				Superficie	
Nombre	Símbolo	Proporción	Fase por pendiente	ha	%
Consociaciones					
Panuiracocha	Pa	100	A B C	191,54	9,18
Inmaculada	In	100	B C D E	872,59	41,80
Yuracocha	Yu	100	B C	61,44	2,94
Huancute	Ht	100	A B C D	33,88	1,62
Patari	Pt	100	B C D E	5,96	0,29
Huarmapata	Hm	100	B C D E	70,06	3,36
Asociaciones					
Huarmapata - Inmaculada	Hm - In	60 - 40	C D E	68,73	3,29
Inmaculada - Misceláneo Roca	In - MR	60 - 40	E F	533,94	25,58
Huarmapata - Misceláneo Roca	Hm - MR	60 - 40	E F	247,36	11,85
Otros					
Lagunas	O1			2,00	0,10
TOTAL				2 087,50	100,00

Nota: Las áreas corresponden a las áreas representadas en el plano.

Fuente: Estudio de Suelos, 2011.

3.1.10 Capacidad de Uso Mayor de las Tierras

A partir de la naturaleza morfológica, física y química de los suelos identificados, las zonas de vida tanto del área local como regional se determinó la máxima vocación de las tierras y las predicciones del comportamiento de las mismas.

La clasificación de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras expresa el uso adecuado de las tierras para fines agrícolas, pecuarios, forestales o de protección. La simbología que tipifica la asociación se basa en el código establecido por el Reglamento de Clasificación

de Tierras de Capacidad de Uso Mayor establecido por el D.S. N° 017-2009-AG, (el cual deroga el D.S. N° 062-75-AG y su ampliación por el ONERN en 1982). Este sistema comprende tres categorías de clasificación: grupo, clase y subclase que se señalan en la Tabla 20.

Tabla 20 Clasificación de los Suelos por Capacidad de Uso Mayor

Grupos de uso Mayor	Clase (Calidad Agrológica)	Subclase (Limitaciones O Deficiencias)
Tierras para cultivos en limpio (A)	Alta (A1) Media (A2) Baja (A3)	No hay limitaciones A partir de la clase A2 hasta la clase F3, presentan una o más de las siguientes limitaciones o deficiencias: suelos (s) drenaje (w) erosión (e) clima (c) salinidad (l) inundación (i)
Tierras para cultivos permanentes (C)	Alta (C1) Media (C2) Baja (C3)	
Tierras para pastos (P)	Alta (P1) Media (P2) Baja (P3)	
Tierras para Forestales de Producción (F)	Alta (F1) Media (F2) Baja (F3)	
Tierras de Protección (X)	-	-

Fuente: Elaborado en base al D.S. N° 017-2009-AG

Se han clasificado las tierras hasta la categoría de subclase, identificándose las siguientes unidades cartográficas: Un grupo de tierras Aptas para Pastos (P) y un grupo de Tierras de Protección (X).

- **Tierras aptas para Pastos (P)**

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, ni permanentes, pero sí para la producción de pastos naturales o cultivados que permitan el pastoreo continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso suelo. Estas tierras según su condición ecológica (zona de vida), podrán destinarse también para producción forestal o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible. Se identificó una clase: tierras aptas para Pastos de calidad agrológica baja (P3).

- **Clase P3**

Son tierras de calidad agrológica baja. Pueden ser apropiadas, pero en forma limitada, para el desarrollo de pasturas, requiriendo para ello de prácticas muy intensas para la

producción de pastizales que permitan el desarrollo de una ganadería económicamente rentable. Se identificaron las subclases P3sc, P3swc, P3sewc y P3sec.

- **Subclase P3sc**

Presenta limitaciones por suelo (gravosidad, pedregosidad superficial, textura moderadamente gruesa y fertilidad media a baja) y clima. Agrupa a las consociaciones Inmaculada, Yuracocha, y Huarmapata en fase B.

- **Subclase P3swc**

Presenta limitaciones por suelo (gravosidad, pedregosidad superficial, textura moderadamente gruesa y fertilidad media a baja), drenaje imperfecto y clima. Agrupa a los suelos Panuiracocha y Huancute en fases por pendiente A y B y Patari en fase B.

- **Subclase P3sewc**

Presenta limitaciones por suelo (gravosidad, pedregosidad superficial, textura moderadamente gruesa y fertilidad media a baja), erosión – pendiente, drenaje imperfecto y clima. Agrupa a los suelos Panuiracocha y Patari en fase por pendiente C; asimismo, se encuentra asociado con Xs en la unidad Huancute también en fase C.

- **Subclase P3sec**

Presenta limitaciones por suelo (gravosidad, pedregosidad superficial, textura moderadamente gruesa y fertilidad media a baja), erosión - pendiente y clima. Incluye a las consociaciones Huarmapata en fase C. Asimismo, se halla asociado con Xs en las unidades de suelos Inmaculada, Yuracocha, y Huarmapata – Inmaculada en fase por pendiente C.

• **Tierras de Protección (X)**

Son aquellas tierras que debido a sus severas limitaciones no permiten establecer en ellas actividades agrícolas, pecuarias o forestales. Abarca a las llamadas Áreas Misceláneas (unidades no edáficas), mostrando limitaciones por fuertes pendientes, así como por la presencia de suelos muy superficiales, y alta pedregosidad superficial, encontrándose sobre las laderas; también incluye a los afloramientos líticos (Misceláneo Roca).

Si bien este grupo no presenta clase ni subclase, con fines de explicación en la Tabla 21 se señalan las razones que determinaron incluir a los mencionados suelos como Tierras de Protección.

- **Subclase Xs**

Presenta limitación solo por suelo. Se halla asociado con P3sec en las unidades de suelos Inmaculada, Yuracocha, y Huarmapata – Inmaculada en fase por pendiente C, así como con P3sewc en el suelo Huancute en fase C.

- **Subclase Xse**

Presenta limitaciones por suelo y erosión – pendiente. Incluye a las consociaciones Huancute en fase D; Patari en fase E; Inmaculada, Patari y Huarmapata en fases D y E, así como la asociación Huarmapata – Inmaculada también fases D y E Asimismo, se halla asociado con X (Misceláneo Roca) en los suelos Inmaculada y Huarmapata en fases E y F.

- **X***

Constituida por las lagunas de la zona.

En el **Mapa TAB-07** se aprecia la distribución de las tierras según la capacidad de uso mayor.

Tabla 21 Unidades y Asociaciones por Capacidad de Uso Mayor

Símbolo	Descripción	Consociaciones/ Asociaciones Incluidas	Proporción	Superficie	
				ha	%
Consociaciones					
P3sc	Tierras aptas para Pastos (P) de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo (gravosidad, pedregosidad superficial, textura moderadamente gruesa y fertilidad media a baja) y clima	Inmaculada, Yuracocha, y Huarmapata en fase B	100	100,53	4,82
P3swc	Tierras aptas para Pastos (P) de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo (gravosidad, pedregosidad superficial, textura moderadamente gruesa y fertilidad media a baja), drenaje imperfecto y clima	Panuiracocha y Huancute en fases A y B; Patari en fase B	100	77,14	3,70
P3sewc	Tierras aptas para Pastos (P) de calidad agrológica baja	Panuiracocha y Patari en fase C	100	134,08	6,42

Símbolo	Descripción	Consociaciones/ Asociaciones Incluidas	Proporción	Superficie	
				ha	%
	con limitaciones por suelo (gravosidad, pedregosidad superficial, textura moderadamente gruesa y fertilidad media a baja), drenaje imperfecto, erosión-pendiente y clima				
P3sec	Tierras aptas para Pastos (P) de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo (gravosidad, pedregosidad superficial, textura moderadamente gruesa y fertilidad media a baja), erosión - pendiente y clima	Huarmapata en fase C	100	20,49	0,98
Xse	Tierras de Protección (X) por suelo (profundidad efectiva) y erosión - pendiente	Huancute en fase D Patari en fase E Inmaculada, Huarmapata, Patari y Huarmapata - Inmaculada en fases D y E	100	597,25	28,61
X*	Lagunas			2,00	0,10
Asociaciones					
P3sec - Xs	Asociación de Tierras aptas para Pastos (P) de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo (gravosidad, pedregosidad superficial, textura moderadamente gruesa y fertilidad media a baja), erosión - pendiente y clima y Tierras de Protección por suelo	Inmaculada, Yuracocha y Huarmapata - Inmaculada en fase C	50 - 50	364,77	17,47
P3sewc - Xs	Asociación de Tierras aptas para Pastos (P) de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo (gravosidad, pedregosidad superficial, textura moderadamente gruesa y fertilidad media a baja), drenaje imperfecto, erosión - pendiente y clima y Tierras de Protección por suelo	Huancute en fase C	50 - 50	9,94	0,48
Xse - X	Asociación de Tierras de Protección (X) con limitaciones por suelo (profundidad efectiva) y erosión - pendiente y	Inmaculada - Misceláneo Roca y Huarmapata - Misceláneo Roca en fases E y F	60 -40	781,30	37,43

Símbolo	Descripción	Consociaciones/ Asociaciones Incluidas	Proporción	Superficie	
				ha	%
	Tierras de Protección (X) por afloramientos líticos				
Total				2,087,5 0	100,0 0

3.1.11 Uso Actual de las Tierras

El uso actual de las tierras expresa el uso que se le da a la tierra al momento que ésta es evaluada. Para ello, se utiliza la escala propuesta por la Unión Geográfica Internacional (UGI), la cual contiene nueve clases. A continuación, se muestra en la Tabla 22 dicha clasificación.

Tabla 22 Clases de Uso de Tierra-UGI

Clase	Descripción
1	Áreas Urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas - Centros poblados - Instalaciones de gobierno y/o privadas (carreteras, granjas, canales, establos, huacas)
2	Terrenos con hortalizas
3	Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes
4	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)
5	Áreas de praderas mejoradas permanentes
6	Áreas de praderas naturales
7	Terrenos con bosques
8	Terrenos pantanosos y/o cenagosos
9	Terrenos sin uso y/o improductivos: - Tierras en barbecho (preparación o descanso temporal) - Terrenos agrícolas sin uso (actualmente abandonados) - Terrenos de litoral, caja de río - Áreas sin uso no clasificadas
Fuente: Clasificación de Usos de Tierras de la Unión Geográfica Internacional (UGI).	

En el área de estudio se reconocieron las siguientes clases de Uso Actual de las Tierras, las cuales se señalan en la Tabla 23.

- **Clase 6:**

- **Praderas naturales:** Esta zona está constituida por pastos (césped de puna y pajonal) y arbustos de porte pequeño. Se halla como una unidad individual y en asociación con la Clase 9 (pedregosidad superficial y afloramientos líticos).

- **Clase 8:**
 - **Terrenos hidromórficos:** Se encuentran en áreas de baja pendiente de origen aluvial. Está constituida por campos con afloramientos de agua y con vegetación herbácea de porte pequeño.
- **Clase 9**
 - **Afloramientos líticos:** Se ubican en las partes altas de las laderas y está constituido por afloramientos de rocas.
Se encuentra en asociación con la Clase 6.
 - **Lagunas:** Son los cuerpos de agua Panuira y Quellopata que se distribuyen en la zona glaciaria y sur del área de estudio y que acumulan el agua proveniente de precipitaciones y deshielos.

Tabla 23 Lista de Clases de Uso Actual de las Tierras

Nombre	Símbolo	Superficie	
		ha	%
Terrenos hidromórficos	Th	5.96	0.29
Praderas naturales	Pn	1,298.24	62.19
Lagunas	Lg	2.00	0.10
Praderas naturales – Afloramientos líticos	Pn – Al	781.30	37.43
TOTAL		2,087.50	100.00

Fuente: Estudio de Suelos, 2011.

En el **Mapa TAB4-08** se muestra la clasificación del Uso Actual de las Tierras.

3.1.12 Recursos Hídricos

A partir del área de estudio, se realizó la caracterización fisiográfica de la microcuenca Patari, bajo los siguientes parámetros: área de la cuenca, perímetro, factor de forma, densidad de drenaje, entre otros.

Divortium Aquarium

El área de estudio se encuentra dentro del divortium aquarium de la microcuenca Patari; la microcuenca descarga sus aguas hacia la quebrada Huamancute que es afluente de la cuenca del Ocoña que desemboca en el Océano Pacífico, dicha delimitación fue realizada

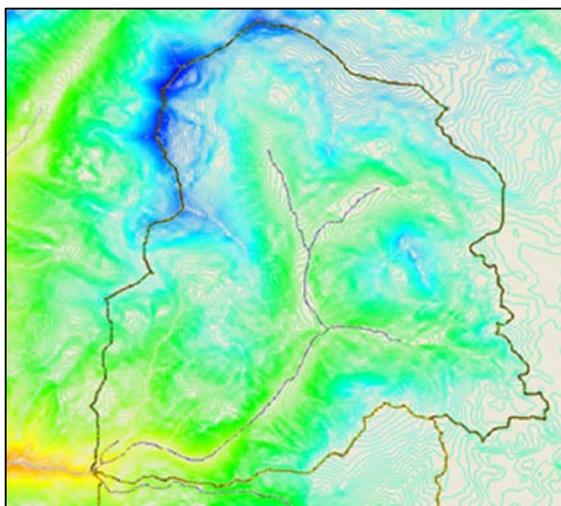
a partir del modelo de elevación digital – DEM, generado por la U.S. Geological Survey; además de la información cartográfica que se tiene de Cartas Nacionales a escala 1/100,000 del Instituto Geográfico Nacional, digitalizado de acuerdo al Geographic Information System –GIS, con equidistancia mínima de curvas de nivel de 50 m, y la topografía base de la zona del Proyecto Minero Inmaculada a curvas de nivel de 25 m. Para el análisis de la cuenca se utilizó el programa Watershed Modelling System – WMS.

Descripción de la Microcuenca Patari

La quebrada Patari tiene una extensión superficial de 20,79 km² y se ubica en la margen derecha de la quebrada Huamancute, cuyo nacimiento se encuentra en la parte alta de los cerros Coñacahua y Huarmapata; siendo sus principales afluentes por la margen derecha la quebrada Yurack Cucho y por la margen izquierda las quebradas JarkaJarka Cucho y Laguiña, como se muestra en la Figura 8.

En el **Mapa TAB4-09** se presenta la hidrografía del área de estudio.

Figura 8 Delimitación con WMS de la microcuenca Patari



Elaboración: Propia, 2014.

Características Fisiográficas

A partir de los siguientes parámetros se han considerado las características que se detallan en la Tabla 24.

Tabla 24 Parámetros geomorfológicos de la Microcuenca Patari.

Parámetro	Medida
Área de Cuenca (A)	20,79 km ²
Perímetro (P)	27,49 km
Elevación media (altitud)	4 597,9 m
Coefficiente de Compacidad (Kc)	1,688
Factor de Forma (Kf)	0,517
R.E (Longitud Mayor)	9,80 km
R.E (Longitud Menor)	2,12 km
Longitud del Cauce Principal	6,342 km
Longitud Total del Cauce	10,827 km
Orden de Ríos	2do Orden
Densidad de Drenaje	0,50 km/km ²
Altitud Máxima del Cauce	4 900 m
Altitud Mínima del Cauce	4140 m
Pendiente Media del Cauce Principal	0,12 m/m
Extensión Media de Escurrimiento	819,89 m
Coefficiente de Torrencialidad	0,19 ríos/km ²

Elaboración: Propia, 2014.

a) Área de Cuenca (A)

El área de la cuenca o área de drenaje es el área plana o proyección horizontal que determina el potencial del volumen de escorrentía, proporcionado por la tormenta que cubre el área completa comprendido dentro del límite o divisoria de aguas. En general, a mayor área de cuenca, mayor cantidad de escorrentía superficial y consecuentemente mayor flujo superficial. La microcuenca Patari tiene una superficie de 20,79 km².

b) Perímetro (P)

El perímetro de la cuenca (P), está definido por la longitud de la línea de división de aguas y que se conoce como el “parte aguas o *Divortium Acuarium*”. El perímetro de la microcuenca Patari es de 27,49 km.

c) Forma de la Cuenca

La forma de la cuenca es la configuración geométrica de la cuenca tal como está proyectada sobre el plano horizontal. Tradicionalmente se ha considerado que la forma de la cuenca tiene influencia en el tiempo de concentración de las aguas al punto de salida de la cuenca, ya que modifica el hidrograma y las tasas de flujo máximo para una misma superficie y una misma tormenta. Se considera los siguientes parámetros:

- *Factor de Forma.* El Factor de Forma (K_f , adimensional), es un índice numérico definido como el cociente entre la superficie de la cuenca y el cuadrado de su longitud máxima medida desde la salida hasta el límite de la cuenca cerca de la cabecera del cauce principal a lo largo de una línea recta. De acuerdo a los resultados la microcuenca Patari es de forma alargada por tener su factor de forma cercano a cero, $K_f=0.517$.
- *Coefficiente de Compacidad.* La forma superficial de las cuencas hidrográficas es de interés porque proporciona un índice de la velocidad con que las aguas tardan en concentrarse en la sección de descarga de la cuenca. Uno de los índices para determinar la forma es el Coeficiente de Compacidad (K_c , adimensional). El valor de este parámetro para la microcuenca hidrográfica de Patari es de 1,68, lo cual indica que tiene una alta tendencia a las crecientes con una respuesta hidrológica inmediata.

d) Relieve de la Cuenca

El relieve posee una incidencia más fuerte sobre la esorrentía que la forma, dado que a una mayor pendiente corresponderá un menor tiempo de concentración de las aguas en la red de drenaje y afluentes al curso principal.

e) **Medición Lineal**

Las mediciones lineales son utilizadas para describir la característica unidimensional de una cuenca. Entre estas tenemos:

- Longitud de Cuenca. La longitud de cuenca, o longitud hidráulica, es la longitud medida a lo largo del curso de agua principal. El curso de agua principal o corriente principal es el curso de agua central y más largo de la cuenca y la única que conduce escorrentía hacia la salida. De acuerdo a los resultados de los parámetros, la longitud del cauce principal de la microcuenca Patari es 6,342 km.
- Orden de Ríos. El concepto de orden de corriente es esencial para la descripción jerárquica de corrientes dentro de una cuenca. El flujo sobre terreno podría ser considerado como una corriente hipotética de orden cero. Una corriente de primer orden es aquella que recibe flujo de corrientes de orden cero, es decir, flujo sobre terreno. Dos corrientes de primer orden se combinan para formar una corriente de segundo orden y así sucesivamente.

f) **Densidad de drenaje (Dd)**

El valor de densidad de drenaje en la microcuenca Patari es $0,5 \text{ km/km}^2$, lo cual indica que posee una densidad de drenaje regular por encontrarse entre los valores de $0 < Dd < 1$.

g) **Extensión Media de Escurrimiento**

Se define como la distancia media que el agua debería escurrir sobre la cuenca para llegar al cauce y se estima por la relación que existe entre el área y cuatro veces la longitud de todos los cauces de la cuenca. La extensión media de escurrimiento en la microcuenca Patari es de 819,89 m.

h) **Coefficiente de Torrencialidad**

Es la relación entre el número de cursos de agua de primer orden y el área total de la cuenca. El coeficiente de torrencialidad en la microcuenca Patari es $0,19 \text{ ríos/km}^2$.

Como parte de la evaluación hidrogeológica se consideró el sentido de flujo del agua subterránea, considerando información a partir del EIA para el Proyecto Minero

Inmaculada, 2012 (En el **Mapa TAB-10** se presenta la orientación de las líneas de flujo del agua subterránea).

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

3.1.13 Ecología

De acuerdo al Mapa Ecológico del Perú, el área de estudio corresponde a la Zona de Vida: Tundra muy Húmeda Alpino Subtropical (tmh-AS) entre 4 300 msnm y 4 550 msnm, correspondientes a la Ecorregión Puna (3800 msnm a más).

- Tundra muy Húmeda Alpino Subtropical (tmh-AS): Se encuentra entre los 4 300 msnm y 4 550 msnm. La vegetación se caracteriza por la presencia de manojos de pastos naturales dispersos, quedando muchas áreas desprovistas, desnudas o con afloramientos rocosos. Las especies que dominan son: pequeños arbustos como “senecio” (*Senecio*sp.), “garbancillo” (*Astragalus*sp.), “tarwi silvestre” (*Lupinus*sp.), “poposa” (*Xenophyllum*sp.); especies arrosetadas como “cebolla de gallinazo” (*Werneriasp.*), (*Calandrinasp.*), “chiconia” (*Hypochaeris*sp.), “malva silvestre” (*Nototriches*sp.); plantas almohadilladas como “pasto estrella” (*Plantagorigida*), “pesque-pesque” (*Pycnophyllum*sp.), “kunkuna” (*Distichiamuscoides*), “wirawira” (*Luciliasp.*) y gramíneas como “paco-paco” (*Aciachnepulvinata*) y “pastos andinos” (*Bromus*sp., *Clamagrostis*sp., *Festuca*sp. *Poa* sp. y *Stipasp.*).

Las zonas de vida del área de estudio han sido identificadas respecto a las Ecorregiones del Perú (Brack, 1986); Zonas de Vida (Holdridge, 1982); Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1976) y su Guía Descriptiva (INRENA, 1995). El **Mapa TAB-11** presenta la ubicación ecológica del proyecto.

3.1.14 Formaciones Vegetales

Teniendo como referencia la Clasificación Internacional y Cartografía de Vegetación de la UNESCO (1973) el cual utiliza como criterios la fisonomía de la vegetación y características edáficas, se reconocieron en el área de estudio las siguientes formaciones vegetales:

- **Pajonal y arbustos bajos:** Este tipo de vegetación está caracterizada por la presencia de gramíneas intercaladas con arbustos dominantes dispersos y especies herbáceas. En la zona de estudio las especies más comunes son: *Baccharis tricuneata* “taya”, *Parastrephia lucida* “uma tola”, *Senecio nutans* “chachacoma”, *Senecio rufescens*

“senecio”, *Xenophyllum* sp., *Werneria pygmaea* “cebolla de gallinazo”, *Opuntia floccosa* “warqu”, *Pycnophyllum* sp. “pesque-pesque”, *Astragalus garbancillo* “garbancillo”, *Lupinus ananeanus* “tarwi”, *Muehlenbeckia volcanica* “mullaca”, *Bromus* sp. “cebadilla”, *Clamagrostis* sp. “crespillo”, *Paspalum* sp. “pasto andino”, *Poa* sp. “pasto andino”, *Stipa ichu* “ichu”, *Margyricarpus pinnatus* “canlla” y *Urtica* sp. “ortiga”.

- **Césped de puna:** Este tipo de vegetación está caracterizada por el predominio de plantas cespitosas de menor tamaño, plantas arrosetadas (hojas muy juntas y pegadas a casi a ras del suelo) y plantas de porte almohadillado. En la zona de estudio las especies más comunes son: *Belloa subspicata* “pasapamaquin”, *Hypochaeris taraxacoides* “chiconia”, *Perezia* sp. “escorzonera”, *Soliva sessilis*, *Werneria orbignyana*, *Pycnophyllum* sp. “pesque”, *Gentiana sedifolia* “penqa”, *Gentianella* sp., *Geranium sessiliflorum* “ojotilla”, *Astragalus garbancillo* “garbancillo”, *Nototriche* sp. “malva silvestre”, *Calandrinia acaulis* “muchuysa”, *Muehlenbeckia volcánica* “mullaca”, *Plantago lamprophylla* “waka kallu”, *Aciachnepulvinata* “paco paco”, *Calamagrostis* sp. “crespillo” y *Lachemilla pinnata* “sillusillu”.
- **Bofedales:** Llamados también oconales. Es una vegetación típicamente herbácea que ocupan suelos de mal drenaje, permanentemente húmedos, totalmente inundados o en terrenos planos de suave pendiente y se caracterizan por el color verde que contrasta con las otras comunidades. En la zona de estudio se presenta en un pequeño parche que fue el evaluado, y se encontraba degradado debido a la sequedad. Las especies más comunes son: *Lemna gibba* “lenteja de agua”, *Hypochaeris taraxacoides* “chiconia”, *Lucilia kunthiana* “wirawira”, *Novenia acaulis* “ojo pasto”, *Orithrophium limnophilum*, *Werneria* sp. “cebolla de gallinazo”, *Gentianella* sp., *Geranium sessiliflorum* “ojotilla”, *Distichia muscoides* “kunkuna”, *Oxychloe andina* “packo”, *Aciachne pulvinata* “paco”, *Calamagrostis* sp. “crespillo”, *Paspalum* sp. “pasto andino”, *Poa* sp. “pasto andino”, *Plantago rigida* “champa estrella”, *Lachemilla diplophylla* “libro”, *Lachemilla pinnata* “sillu” y *Galium* sp.

La delimitación espacial de las formaciones vegetales que se describieron se muestra en el **Mapa TAB-12**.

3.1.15 Fauna

La evaluación de la fauna para el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Minero Inmaculada, consideró un total de cinco transectos para el levantamiento de información. Para la presente investigación, con fines de caracterización del área de estudio, se ha considerado el análisis de la información secundaria de dicho estudio, los transectos seleccionados por su cercanía y representatividad son los transectos Fa4 y Fa5, cuya ubicación de detalla en la Tabla 25.

Tabla 25 Ubicación de Transectos de Fauna Silvestre

Transecto	Punto Inicial		Punto Final		Formación Vegetal
	Coordenadas UTM (WGS-84)		Coordenadas UTM (WGS-84)		
	Este	Norte	Este	Norte	
Fa4	691 218	8 347 859	688 784	8 345 631	Césped de Puna / Pajonal y arbustos bajos
Fa5	690 724	8 348 177	688 779	8 348 435	Césped de Puna / Bofedal

Elaboración: Propia, 2014.

En la Tabla 26 se presenta los índices de diversidad en época húmeda y en la Tabla 27 en época seca de los transectos Fa4 y Fa5, para mastofauna, aves y herpetofauna.

Tabla 26 Diversidad de Fauna Silvestre en Época Húmeda

ESPECIE	Fa4	Fa5
CLASE MAMÍFEROS		
<i>Lagidiumperuanum</i>	2	0
Número de individuos (N)	2	0
Diversidad – H' (bits/ind)	0	0
Número de especies (S)	1	0
Equidad (e)	0	0
Riqueza (d)	0	0
CLASE AVES		
<i>Nothoprocta ornata</i>	4	0
<i>Chloephaga melanoptera</i>	2	0
<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	0	2
<i>Falco sparverius</i>	0	0
<i>Charadrius alticola</i>	4	0

ESPECIE	Fa4	Fa5
<i>Vanellus resplendens</i>	2	0
<i>Chroicocephalus serranus</i>	2	2
<i>Metriopelia aymara</i>	4	4
<i>Metriopelia melanoptera</i>	4	6
<i>Phrygilus unicolor</i>	2	4
<i>Phrygilus plebejus</i>	4	2
<i>Phrygilus punensis</i>	4	4
<i>Sicalis uropygialis</i>	6	4
<i>Zonotrichia capensis</i>	4	0
<i>Carduelis atrata</i>	2	0
<i>Cinclodes atacamensis</i>	2	2
<i>Cinclodes fuscus</i>	6	2
<i>Geositta cunicularia</i>	4	2
<i>Geositta tenuirostris</i>	4	4
<i>Troglodytes aedon</i>	2	0
<i>Turdus chiguanco</i>	0	1
<i>Lessonia oreas</i>	0	2
Número de individuos (N)	62	41
Diversidad – H' (bits/ind)	4,07	3,66
Número de especies (S)	18	14
Equidad (e)	0,98	0,96
Riqueza (d)	9,48	8,06
CLASE HERPETOFAUNA		
<i>Liolaemus polystictus</i>	4	1
Número de individuos (N)	4	1
Diversidad – H' (bits/ind)	0	0
Número de especies (S)	1	1
Equidad (e)	0	0
Riqueza (d)	0	0

Elaboración: Propia, 2014.

Tabla 27 Diversidad de Fauna Silvestre en Época Seca

ESPECIE	Fa4	Fa5
CLASE MAMÍFEROS		
<i>Akodon subfuscus</i>	0	0
<i>Lagidium peruanum</i>	6	0
Número de individuos (N)	6	0
Diversidad – H' (bits/ind)	0	0
Número de especies (S)	1	0
Equidad (e)	0	0
Riqueza (d)	0	0
CLASE AVES		
<i>Nothoprocta ornata</i>	4	2
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	0	0
<i>Chloephaga melanoptera</i>	4	2
<i>Anas discors</i>	4	0
<i>Lophonetta specularioides</i>	0	0
<i>Vultur gryphus</i>	0	0
<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	0	0
<i>Falco sparverius</i>	1	0
<i>Charadrius alticola</i>	6	0
<i>Vanellus resplendens</i>	4	2
<i>Chroicocephalus serranus</i>	2	2
<i>Gallinago andina</i>	2	0
<i>Metriopelia aymara</i>	4	4
<i>Metriopelia melanoptera</i>	4	6
<i>Colaptes rupicola</i>	0	0
<i>Diuca speculifera</i>	1	0
<i>Phrygilus unicolor</i>	4	2
<i>Phrygilus plebejus</i>	2	2
<i>Phrygilus punensis</i>	2	4
<i>Sicalis uropygialis</i>	4	8
<i>Zonotrichia capensis</i>	8	0
<i>Carduelis atrata</i>	2	0
<i>Cinclodes atacamensis</i>	0	0
<i>Cinclodes fuscus</i>	2	4
<i>Geositta cunicularia</i>	4	4
<i>Geositta tenuirostris</i>	2	2
<i>Upucerthia jelskii</i>	0	0
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	6	0
<i>Troglodytes aedon</i>	2	0
<i>Turdus chiguanco</i>	0	0

ESPECIE	Fa4	Fa5
<i>Lessonia oreas</i>	0	2
<i>Muscisaxicola griseus</i>	0	0
<i>Muscisaxicola juninensis</i>	0	0
Número de individuos (N)	74	46
Diversidad – H' (bits/ind)	4,28	3,62
Número de especies (S)	22	14
Equidad (e)	0,96	0,95
Riqueza (d)	11,23	7,82
CLASE HERPETOFAUNA		
<i>Liolaemus melanogaster</i>	0	0
<i>Liolaemus polystictus</i>	3	0
Número de individuos (N)	3	0
Diversidad – H' (bits/ind)	0	0
Número de especies (S)	1	0
Equidad (e)	0	0
Riqueza (d)	0	0

Elaboración: Propia, 2014.

El **Mapa TAB-13** presenta los transectos considerados para la evaluación de fauna silvestre: mastofauna, aves y herpetofauna.

CAPITULO IV: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS AMBIENTAL

GENERALIDADES

Dentro del análisis metodológico se presenta dos alternativas a elegir como sector de recepción de las champas de bofedal, con el fin de realizar el traslado del ecosistema identificada como Bofedal Laguïña, emplazada parcialmente del sitio donde se ha destinado la construcción del depósito de relaves para el manejo de residuos mineros.

El análisis de viabilidad ambiental de ambas alternativas son descritas a partir de un enfoque técnico físico - biológico, considerándose las ventajas y desventajas para ser utilizadas, sin embargo las dos alternativas presentan condiciones para la reubicación de la vegetación evaluada. El criterio planteado para el diseño de las alternativas se obtuvo luego del análisis técnico de las condiciones de terreno que permitieron definir la investigación y la propuesta en marcha de la etapa experimental y llevar a cabo el Traslado de Vegetación con fines de Compensación Ambiental.

DIAGNÓSTICO DE SECTORES PARA TRASLADO DEL BOFEDAL LAGUIÑA

4.1.1 Selección de Sector de Traslado con fines de Compensación

El sector de bofedales denominado “Laguïña”, posee vegetación hidromórfica a partir de laderas de baja pendiente del cerro Huarmapata que tiene como punto más bajo a la quebrada Laguïña.

El diagnóstico de sectores para la recepción de rescate escogidos por su similitud física y biológica en condiciones de viabilidad ambiental se describe a continuación:

- *Alternativa 1*, ubicada en la semiplanicie que es atravesada por la quebrada Patari luego de su confluencia con la quebrada Laguïña.
- *Alternativa 2*, ubicada en la planicie aledaña a la quebrada Patari antes de su confluencia con la quebrada Laguïña.

En el **Mapa TAB-14** se presenta el Mapa de Análisis de Alternativas Ambiental – Selección de Sectores.

4.1.2 Análisis de Viabilidad Ambiental

Con fines de definición se realizaron muestreos para la caracterización edafológica, formaciones vegetales e hidrobiología. El **Mapa TAB-15** presenta los puntos de Muestreo que referencia los datos de la evaluación de campo. Asimismo en el **Anexo 2** se presenta el Cuadro 1 con las unidades de muestreo considerados para la evaluación física y biológica para el traslado de vegetación con fines de compensación ambiental.

a) Clima y temporalidad

Debido a la corta distancia que se encuentra entre el sector del bofedal a trasplantarse (Sector Laguiña) y los sectores de las alternativas como sitio final de traslado (Alternativa 1 y Alternativa 2), el clima y sus componentes son los mismos para todos los casos. Entonces en este aspecto se supera el inconveniente que se presentaría al trasladar un tipo de vegetación de un lugar definido hacia otro con algunas variaciones climáticas que podrían influir negativamente en el éxito del traslado de la vegetación.

Por lo tanto, los sectores de las alternativas no necesitarán algún acondicionamiento climático como termorregulación o acondicionamiento de la humedad atmosférica para poder albergar a la vegetación trasladada.

La vegetación en las regiones altoandinas, como en este caso, presenta un ciclo biológico relacionado al ciclo temporal que presenta las lluvias a través del año. Existen dos temporadas claramente definidas, la temporada de abundantes precipitaciones (llegando a su máximo crecimiento en biomasa y expansión) y la temporada de escasas precipitaciones, también existen temporadas intermedias entre ambas.

A inicios de la temporada de abundantes precipitaciones, la vegetación reactiva su crecimiento de manera exponencial. Las plantas perenes incrementan la producción de hormonas vegetales de crecimiento en los ápices de sus tallos y raíces. Así, hierbas, arbustos y árboles perenes comienzan a producir más hojas y extender más raíces en el suelo. Algunas hierbas que ante condiciones de estrés hídrico pierden sus hojas y sólo se mantienen enterradas en el suelo, comienzan a desarrollarse en esta temporada. Incluso en plantas de ciclo efímero que viven gran parte del año en forma de semillas reaparecen. Las semillas humedecidas por el incremento de agua, comienzan a producir hormonas que dispararán su crecimiento y cumplirán su ciclo de vida completo en temporada de

abundantes precipitaciones para luego sobrevivir sólo como semillas en temporada de escasas precipitaciones.

Existen un número pequeño de hormonas que son las responsables de este proceso de elongación: las auxinas y los brassinoesteroides. Está comprobado que este pequeño grupo de agentes vegetales es el responsable del crecimiento en longitud de la parte aérea de las plantas y de la profundización de la raíces y desarrollo de los pelos radiculares adsorbentes.

Si la temporada de abundantes precipitaciones nos ofrece la ventaja de que plantas a trasplantarse no sufrirán un estrés hídrico y que además serán inducidas naturalmente a la producción de hormonas que estimulen el enraizamiento en el nuevo suelo receptor del traslado; entonces no hay duda de que el inicio de la temporada de abundantes precipitaciones es la mejor fecha para iniciar el traslado de los bofedales.

La temporada de abundantes precipitaciones comienza aproximadamente a finales del mes de diciembre y se extiende algunas veces hasta el mes de mayo; los meses de abril a junio son la transición hacia la temporada de escasas precipitaciones. Los meses de escasas precipitaciones se inician en junio y terminan en noviembre, a partir de allí las lluvias aparecen por lo general de manera eventual y corta para luego intensificarse a finales de diciembre.

b) Disponibilidad de cuerpos de agua

El sector del bofedal Laguiña tiene condiciones hídricas, producto de las filtraciones provenientes de la ladera sur del cerro Huarmapata que al final drena sus aguas en la quebrada Laguiña. Por lo tanto el bofedal Laguiña en una eventual reubicación necesitará de una cantidad de agua semejante a la que le proveen estas filtraciones. La quebrada Laguiña al recolectar el agua que proviene por filtración y por escorrentía del bofedal Laguiña nos puede dar un valor estimado del volumen de agua necesario para cumplir con las condiciones hídricas de este bofedal en otro sector donde fuera trasplantado.

Son dos los sectores propuestos como suelo receptor para el traslado del bofedal y ambos han sido seleccionados por que están cercanos a cuerpos de agua con caudal superior a la quebrada Laguiña y por tanto suficiente para el riego del bofedal.

- El sector de la Alternativa 1 es surcado en su parte más baja por la quebrada Patari, la cual hacia este tramo recoge el agua de la quebrada Laguiña y de la quebrada Patari que proviene de su tramo más alto.
- El sector de la Alternativa 2 es surcado en su parte más baja por la quebrada Patari, recibe las aguas de la quebrada Laguiña y los caudales aportantes de la naciente de la quebrada Patari, la cual hasta ese tramo recoge el agua de las filtraciones del lado este del cerro Humachata, del lado oeste del cerro Huarmapata y de una laguna sin nombre que se forma a mayor altitud. El caudal hasta este tramo es superior al de la quebrada Laguiña en su tramo cuando recién recoge las aguas del bofedal.

c) **Caudal hídrico**

El área de estudio se encuentra dentro de la microcuenca Patari, la cual se une con la microcuenca Quellopata; estas microcuencas descargan sus aguas en la quebrada Huancute que es afluente del río Ocoña que desemboca en el Océano Pacífico.

El caudal total del agua que riega el bofedal del sector Laguiña es de 34,55 litros por segundo en el mes de mayo y de 0,2 litros por segundo en el mes de agosto, ambos datos estimados para el año 2011. Este caudal está conformado por la suma del agua que aportan las quebradas pequeñas y filtraciones que afluyen en la quebrada Laguiña.

Según datos recogidos de campo por el Área de Medio Ambiente del Proyecto Minero Inmaculada, el caudal hídrico de la quebrada Laguiña en el año 2012 varía desde una máxima de 251,94 litros por segundo en el mes de mayo a una mínima de 11,2 Lt/s en el mes de noviembre. En el año 2013 la máxima es de 172,41 Lt/s en el mes de febrero y la mínima de 16,13 Lt/s en el mes de octubre. El agua de la quebrada Laguiña se une posteriormente con la de la quebrada Patari. Ambas forman la microcuenca de Patari.

Antes de unirse a la quebrada Laguiña, la quebrada Patari discurre sus aguas una pequeña franja que corresponde al sector de la alternativa 2. En este sector según estimaciones en el año 2011, el caudal registrado en el mes de mayo es de 108,44 litros por segundo y en el mes de agosto es de 4,7 litros por segundo. Según datos recogidos de campo el caudal hídrico de la quebrada Patari en el año 2012 varía desde una máxima de 275,56 litros por segundo en el mes de mayo a una mínima de 15 litros por segundo en el mes de noviembre. En el año 2013 la máxima es de 352,41 en el mes de febrero y la mínima de

58,29 en el mes de diciembre. El agua de la quebrada Laguiña se une posteriormente con la de la quebrada Patari. Ambas forman la microcuenca de Patari.

Luego de unirse, las quebradas Laguiña y Patari, el cauce resultante riegan por la parte baja a una franja muy angosta del sector de la Alternativa 1. En este sector el caudal registrado, estimado para el año 2011, en el mes de mayo es de 142,99 litros por segundo y en el mes de agosto es de 4,9 litros por segundo. Según datos recogidos de campo el caudal hídrico de la quebrada Patari en el año 2012 varía desde una máxima de 527,5 litros por segundo en el mes de mayo a una mínima de 26,2 en el mes de noviembre. En el año 2013 la máxima es de 524,82 en el mes de febrero y la mínima de 80,6 en el mes de diciembre.

En ambos casos los cursos de agua ladean longitudinalmente los sectores de las alternativas en sus extremos más bajos, por lo que ambos sectores propuestos cuentan con una fuente de agua que con un adecuado manejo permitiría irrigar exitosamente el bofedal a trasplantarse, pues el caudal del agua que tienen es superior al caudal de agua registrado en el bofedal Laguiña.

En las siguientes tablas 28, 29 y 30 se puede observar las cifras de caudal hídrico por meses estimado y medido para las quebradas Laguiña y Patari en los años 2011, 2012 y 2013, y sus respectivos excedentes, en el caso del caudal de las alternativas si es que se usara su agua para regar el bofedal Laguiña.

Tabla 28 Caudales hídricos estimados para los cuerpos de agua de los sectores Laguiña, Alternativa 1 y Alternativa 2 registrados en los meses de mayo y agosto del 2011.

Cuerpo de agua	Mayo 2011 (l/s)	Agosto 2011 (l/s)	Excedente en mayo (l/s)	Excedente en agosto (l/s)
Quebrada Laguiña en Laguiña	34,55	0,2	-	-
Quebrada Patari + Quebrada Laguiña en Alternativa 1	142,99	4,9	108,44	4,7
Quebrada Patari en Alternativa 2	108,44	4,7	73,89	4,5

Elaboración: Propia, 2014.

Tabla 29 Caudales hídricos por mes para el año 2012 en las quebradas Laguiña y Patari.

Mes	Quebrada Laguiña (l/s)	Alternativa 1 Qda. Patari tramo posterior (l/s)	Alternativa 2 Qda. Patari tramo anterior (l/s)	Alternativa 1 Excedente Qda Patari (l/s)	Alternativa 2 Excedente Qda. Patari (l/s)
Enero	78,32	198,64	120,32	120,32	42
Febrero	108,6	241,16	132,56	132,56	23,96
Marzo	162,38	393,5	231,12	231,12	68,74
Abril	207,16	460,5	253,34	253,34	46,18
Mayo	251,94	527,5	275,56	275,56	23,62
Junio	138,53	319,915	181,385	181,385	42,855
Julio	25,12	112,33	87,21	87,21	62,09
Agosto	21,47	87,575	66,105	66,105	44,635
Septiembre	17,82	62,82	45	45	27,18
Octubre	14,51	44,51	30	30	15,49
Noviembre	11,2	26,2	15	15	3,8
Diciembre	16,49	77,49	61	61	44,51

Elaboración: Propia, 2014.

Tabla 30 Caudales hídricos por mes para el año 2013 en las quebradas Laguiña y Patari.

Mes	Quebrada Laguiña (l/s)	Alternativa 1 Qda. Patari Tramo posterior (l/s)	Alternativa 2 Qda. Patari tramo anterior (l/s)	Alternativa 1 Excedente Qda. Patari (l/s)	Alternativa 2 Excedente Qda. Patari (l/s)
Febrero	172,41	524,82	352,41	352,41	180
Abril	82,52	265,13	182,61	182,61	100,09
Junio	35,91	99,72	63,81	63,81	27,9
Agosto	41,72	123,13	81,41	81,41	39,69
Octubre	16,13	94,64	78,51	78,51	62,38
Diciembre	22,31	80,6	58,29	58,29	35,98

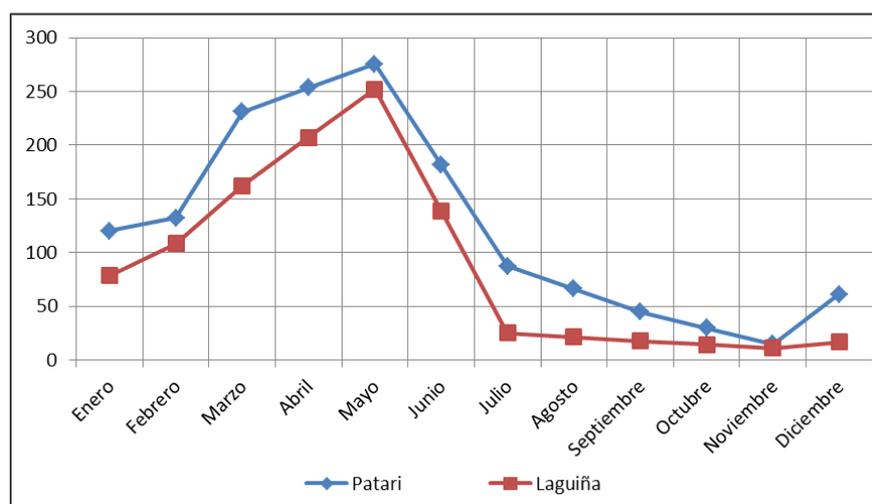
Elaboración: Propia, 2014.

El excedente nos da una idea del agua que sobra luego de regar el bofedal a trasplantarse ubicado en la quebrada Laguiña, si este fuera trasplantado en cualquiera de las alternativas. Este cálculo afirma una vez más la Viabilidad del Traslado del bofedal respecto al recurso hídrico.

A continuación se presenta la tendencia de la información de los años 2012 y 2013 en la Figura 9 y Figura 10 respectivamente. Como se puede observar los meses de febrero a

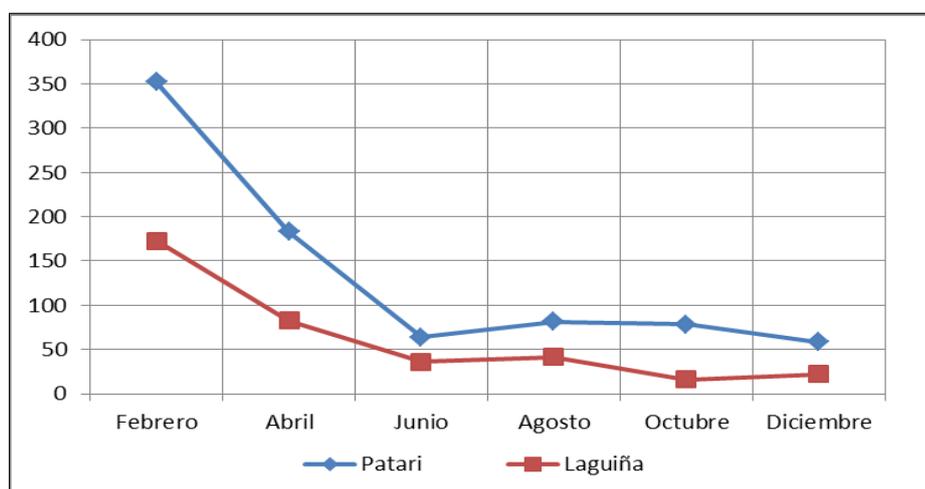
junio presentan un incremento de las precipitaciones pluviales; sin embargo la tendencia mensual de lluvias no es la misma en cada año.

Figura 9 Caudal hídrico en litros por segundo registrado para las quebradas Patari y Laguïña en 2012



Elaboración: Propia, 2014.

Figura 10 Caudal hídrico en litros por segundo registrado para las quebradas Patari y Laguïña en 2013.



Elaboración: Propia, 2014.

d) Suelos

La quebrada Patari y su afluente, la quebrada Laguiña son valles glaciares y se asientan sobre una formación geológica de naturaleza volcánica-sedimentaria denominada Formación Aniso. La Formación Aniso está constituida por intercalaciones de areniscas tobáceas grises a verdosas, con areniscas conglomerádicas cuyos fragmentos subredondeados a subangulares son de tobas o lavas andesíticas; también se observa estratos de tobas redepositadas blanco-amarillentas. Es decir el suelo inorgánico o suelo mineral está conformado por micropartículas subredondeadas que se formaron a partir de la roca volcánica que existe en las alturas aledañas y que fueron arrastrados por los agentes atmosféricos externos hacia la quebrada. Respecto a las características geológicas y de origen para el suelo inorgánico, los sectores Laguiña, Alternativa 1 y Alternativa 2 son iguales.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación edafológica en los sectores estudiados tenemos los perfiles verticales que se resumen en la tabla 34. Las unidades de muestreo Ed-1 y Ed-2 representan a perfiles representativos del sector bofedal Laguiña o sector Laguiña en diferentes zonas, y las muestras Ed-3 y Ed-4 representan a los sectores de las alternativas, Alternativa 1 y Alternativa 2 respectivamente. En los mejores casos se evaluó los horizontes hasta una profundidad de 120 cm, y en otros solo se pudo evaluar hasta los 80 cm.

El horizonte orgánico vivo u horizonte fotosintético es de mayor espesor en la unidad de muestreo Ed-1 respecto a las demás unidades de muestreo debido a que está compuesto por especies vegetales características por producir abundante turba. Estas especies incrementan el grosor del sustrato orgánico y existen sólo cuando las condiciones del suelo son hidromórficas.

El horizonte orgánico vivo y el horizonte muerto determinarán el espesor de las champas a extraerse del sector Laguiña. El primero es importante por la cobertura vegetal particular que representa y que se tiene que rescatar, y el segundo porque es el sustrato en donde el primero instala sus raíces principales, secundarias y micropelos radiculares que es donde finalmente se realiza la absorción de nutrientes por parte de las plantas. Se prevé que este es uno de los aspectos claves para lograr el éxito en el trasplante de vegetación.

Tabla 31 Perfil vertical del suelo de los sectores Laguiña, Alternativa 1 y Alternativa 2

Sectores	Sector Laguiña		Alternativa 1	Alternativa 2
Profundidad	Ed-1	Ed-2	Ed-3	Ed-4
0 - 10 cm	Oa Fr.A	Oe Org.	A Fr.A	A Fr.
10 - 20 cm				C1 Fr.A
20 - 30 cm				
30 - 40 cm	C1 Fr.A	C1 Fr.A	C1 Fr.A	C1 Fr.A
40 - 50 cm				
50 - 60 cm	C2 Fr.A	C2 Fr.	C2 Fr.A	C2 Fr.Ar.
60 - 70 cm				
70 - 80 cm				
80 - 90 cm	C3 Fr.		C3 Ar.	
90 - 100 cm				
100 - 110 cm				
100 - 120 cm				

Dónde: Ar.=Arcilloso; Fr.=Franco; Fr.A=Franco Arenoso; Fr.Ar.=Franco Arcilloso; O=Horizonte de materia orgánica, (a) con alta descomposición, (e) con mediana descomposición; A=Primer horizonte mineral con abundante materia orgánica; C=Horizonte con material madre.

Elaboración: Propia, 2014.

En los sectores propuestos para recepcionar la vegetación es importante que las características físicas del suelo que poseen sean similares o mejores a la del sector donante. Dependiendo del estrato, se necesita que cumplan con cierto grado de permeabilidad e impermeabilidad. Es necesario que los primeros estratos tengan buena capacidad de retención de agua y que por el contrario el adyacente estrato inferior sea considerablemente impermeable. Esto con el fin de generar suelos hidromórficos como los que presentan los bofedales en buen estado de conservación o como se presenta en el sector Laguiña.

Los estratos superiores con buena capacidad de retención de agua permitirán que esta sea captada de la fuente proveedora para que luego sea absorbida por las raíces de la vegetación que se sembrará. El estrato inferior actuará como un recipiente impermeable que sólo permitirá la fuga del agua por escorrentía. En el **Anexo 3** se presenta la escala de valores para la interpretación del análisis de suelo.

El suelo del sector Laguiña presenta un estrato orgánico de 30 cm de profundidad con materia en media a alto estado de descomposición. Luego del estrato orgánico viene un estrato franco – arenoso que va de 10 cm a 50 cm de espesor. Finalmente se tiene un

estrato de suelo franco que se puede encontrar desde los 40 cm a 80 cm de profundidad. Este estrato tiene un mayor grado de impermeabilidad respecto a los estratos más superficiales debido a un mayor contenido de arcilla y limo en su composición según se muestra en la Tabla 34 Perfiles verticales.

El suelo del sector Alternativa 1, se diferencia del suelo del sector Laguiña en que su estrato más superficial (A) es de tipo mineral orgánico en vez de ser un suelo orgánico (O) como en el primer caso. Según la inspección visual en campo este espacio estaba habitado por un antiguo bofedal del tipo temporal conformado por especies cespitosas o de colonias de cojines blandos. En temporada de abundantes precipitaciones este suelo se puebla de especies cespitosas ralas o regularmente densas de las cuales la mayoría desaparece en temporada de escasas precipitaciones. Los siguientes dos estratos inferiores se encuentran dentro del rango de profundidad respecto al sector Laguiña y son similares en cuanto a composición de partículas. El cuarto estrato (C3) se caracteriza por un mayor contenido de arcilla, algo muy ventajoso como capa impermeable para evitar la filtración del agua en el suelo si es que se quiere trasladar la vegetación hacia este sector.

El suelo del sector Alternativa 2, al igual que el sector Alternativa 1, se caracteriza por tener un estrato superficial mayoritariamente mineral aunque mezclado en buena cantidad con suelo orgánico. Esta capa es de 20 cm de profundidad a diferencia de los 30 cm en los otros casos. Es seguida por un horizonte (C1) de 30 cm de suelo franco – arenoso. El siguiente horizonte (C2) está conformado por suelo del tipo franco – arcilloso, es decir de naturaleza más impermeable que los que se encuentran en estratos superiores. Esta característica también es muy deseada para una final utilización de este sector como receptor de la vegetación a trasladarse.

Ambas alternativas cumplen con tener suelos con una buena capacidad de retención de agua en los estratos más superficiales y ser considerablemente impermeables en sus estratos inferiores. Un bofedal necesita que el suelo donde se asienta las raíces de su vegetación pueda retener un buen porcentaje de agua hasta la saturación y a la vez permitir que esta agua circule; también necesita que a una mediana profundidad el sustrato sea impermeable de manera que el agua no se pierda por filtración y que promueva la saturación de los estratos superiores.

En el muestreo de edafología realizado no se llegó a encontrar a la roca madre.

El pH del suelo en los tres sectores varía de fuerte a ligeramente ácidos. Presentan una tendencia a reducir su acidez conforme se profundiza en el suelo para luego aumentar nuevamente en el último estrato. Esto a excepción de los suelos de la Alternativa 2 donde el pH sigue tornándose menos ácido a mayor profundidad o probablemente no se llegó a la profundidad donde el pH nuevamente aumenta su acidez.

El suelo del sector de la Alternativa 1 presenta los valores de pH menos ácidos. Si bien sus valores son menos acordes con los valores encontrados para el sector Laguiña, presentan la ventaja de ser considerablemente más neutros. Los valores neutros en el pH del suelo permiten una mayor posibilidad de absorción de nutrientes disponibles en éste. La materia orgánica presenta un importante porcentaje en el estrato superficial de los suelos del sector Laguiña; y un porcentaje muy bajo en los sectores de las alternativas debido a que estos por tener suelos superficiales la mayor parte de los años secos, producen poca materia orgánica.

El contenido de fósforo (P) y potasio (K) es muy alto en el estrato superficial del suelo del sector Laguiña y considerablemente menor en los estratos inferiores de este mismo sector. En el sector de la Alternativa 1 el contenido de fósforo se incrementa con la profundidad, mientras que el contenido de potasio disminuye considerablemente para luego elevarse en el estrato más profundo.

En el sector de la Alternativa 2 el contenido de fósforo disminuye del primer estrato (superficial) respecto al segundo para luego incrementarse en el último, así mismo el contenido de potasio se incrementa con la profundidad del suelo.

Entonces la gran diferencia que se establece a nivel de pH, contenido de materia orgánica, fósforo y potasio, entre el suelo del sector Laguiña y de las alternativas, se encuentra en la capa superficial o primer horizonte y para el caso del potasio también en los horizontes más profundos pues mientras en Laguiña presenta valores de concentración bajos, en el suelo de los sectores propuestos presenta valores altos. En la Tabla 32 se muestran los valores de pH, % de materia orgánica y concentración de fósforo y potasio para los sectores y estratos del estudio.

Tabla 32 Valores de pH, % de materia orgánica y concentración de fósforo y potasio para los sectores y estratos del estudio.

Sector	Muestras	Horizonte	Profundidad cm	pH	M.O. %	P ppm	K ppm
Laguña	Ed-1	SUE 1-1	0-30	4,07	5,76	13,2	383
		SUE 1-2	30-50	5,29	1,28	6,2	82
		SUE 1-3	50-80	6,21	0,33	7,3	66
		SUE 1-4	80-120	4,49	1,98	4,8	86
	Ed-2	SUE 2-1	0-30	4,65	40,24	18	441
		SUE 2-2	30-40	4,7	3,38	3,2	78
SUE 2-3		40-80	4,45	3,41	3,6	68	
Alternativa 1	Ed-3	SUE 3-1	0-30	5,87	1,59	2,3	411
		SUE 3-2	30-50	6,47	2,8	3,9	197
		SUE 3-3	50-70	6,76	1,12	5,5	183
		SUE 3-4	70-110	4,86	3,01	5	219
Alternativa 2	Ed-4	SUE 4-1	0-20	4,49	3,78	3,6	219
		SUE 4-2	20-50	5,04	0,89	1,6	223
		SUE 4-3	50-70+	6	0,69	2,9	345

Dónde: pH=Potencial de hidrogenión; M.O. %=Porcentaje de materia orgánica; P ppm=Fósforo en partes por millón; K ppm=Potasio en partes por millón.

Elaboración: Propia, 2014.

El **Anexo 4** muestra los resultados de la Caracterización del Análisis de Suelo (UNALM,2013).

El **Mapa TAB-16** presenta los puntos de Muestreo para determinar las consociaciones edafológicas.

e) **Relieve, topografía y espacio**

En general los tres sectores evaluados presentan un relieve conformado por terrazas aluviales, o también llamadas terrazas fluviales, que son pequeñas plataformas sedimentarias que se formaron en un valle fluvial y glacial por los propios sedimentos de las quebradas que se depositan a los lados del cauce en los lugares en los que la pendiente del mismo se hace menor, con lo que su capacidad de arrastre también se hace menor. Posteriormente, al irse erosionando el cauce aguas abajo queda aislada y suspendida la terraza que se había formado, ya que la propia quebrada profundiza fácilmente su cauce en dicha terraza por la constitución de los materiales poco consolidados de la misma.

Inicialmente la vegetación de bofedal del sector Laguña fue indicada con una superficie de 4,14 hectáreas (EIA Proyecto Minero Inmaculada, 2012). Por ello se dispuso seleccionar un área útil para el traslado considerando la Alternativa 1 con 10,76 ha y para

la Alternativa 2 con 6,04 hectáreas. Posteriormente, como paso previo a la presente propuesta de viabilidad ambiental, se consideró la evaluación de la cobertura vegetal del sector Bofedal Laguïña de acuerdo a las condiciones físicas y biológicas, pudiendo concluir que el traslado obligatorio sería de 0,2 ha (bofedal propiamente dicho). Como puede verse en la Tabla 33, la extensión de la superficie de los sectores de las alternativas Alternativa 1 y Alternativa 2 son más que suficientes para realizar el trasplante de la vegetación, incluso si se realizase el traslado de vegetación que no es considerada como bofedal propiamente dicho.

Tabla 33 Área de los sectores Laguïña, Alternativa 1 y Alternativa 2, y sus excedentes para la realización del trasplante de bofedales.

Sector de alternativa		Alternativa 1	Alternativa 2
Área de alternativas		10,76	6,04
Bofedal Laguïña (EIA)	Área necesaria	4,14	4,14
	Área excedente	6,62	1,9
Bofedal Laguïña propiamente dicho	Área necesaria	0,2	0,2
	Área excedente	10,56	5,84

Elaboración: Propia, 2014.

f) **Formaciones vegetales**

La vegetación de los sectores evaluados corresponde al tipo bofedales. Estos tipos de bofedales se clasifican de acuerdo a su orden de importancia y consideración. El orden de importancia está relacionado con la prioridad que se les otorgará al momento del traslado. La prioridad se otorga con la consideración que merece cada bofedal de acuerdo a sus características. A partir del muestreo realizado, se determinaron 2 tipos de formaciones vegetales en el área de estudio: bofedales y césped de arroyo. En el **Anexo 5** se presentan el registro del muestreo realizado para Formaciones Vegetales.

Los bofedales propiamente dichos son vegetación de suelos hidromórficos, es decir en permanente estado de saturación de agua y que presenta la dominancia de especies características que por lo general forman cojines duros. El Césped de suelo húmedo habita sobre suelos si bien húmedos, no hidromórficos, o hidromórficos sólo en temporada de abundantes precipitaciones. Las especies vegetales más características del Césped de suelos húmedos presentan baja dominancia o no existe dominancia de alguna de ellas.

El mapeo de delimitación de la vegetación en formaciones vegetales es un tema poco exacto, la vegetación natural crece a libre albedrío de manera desordenada de acuerdo a las condiciones que se presente en cada centímetro de suelo que va poblando. A excepción del Césped de arroyo (CEA), las formaciones vegetales bofedal se encuentra en el sector Laguiña. La variedad de estas formaciones se debe principalmente a las distintas variables en cuanto a disposición, cantidad y temporalidad del recurso hídrico. La disposición del recurso hídrico define la dominancia de determinado tipo de especies.

En el **Mapa TAB-17** se presentan las formaciones vegetales identificadas.

g) Agrostología

El área total de extensión se refiere a los polígonos que encierran a las asociaciones agrostológicas dominantes, pero también puede incluir otras asociaciones. En la Tabla 34 se presenta el tipo de bofedal encontrados en los sectores evaluados, caracterizados por la asociación agrostológica que presentan, es decir por la dominancia de una o algunas especies vegetales.

Tabla 34 Tipos de bofedales, importancia, consideración y características, de los sectores evaluados.

Orden de importancia	Consideración	Asociación agrostológica	Características	Área total de extensión	Área Neta propiamente dicha
				(ha)	
1er	Bofedales propiamente dichos	<i>Distichetum</i> (DIS)	Colonias de cojines duros propios de bofedales en buen estado. Necesitan de suelos hidromórficos para desarrollarse.	0,5 en sector Laguiña	0,1 en sector Laguiña
2do		<i>Distichio Oxychloetum</i> (DIS-OXY)	Mixtura de colonias de cojines duros con cierto grado de degradación por carencia de recurso hídrico en algunos sectores, sobre todo en los márgenes alejados del agua.	0,19 en sector Laguiña	0,038 en sector Laguiña
3er		<i>Oxychloetum</i> (OXY)	Colonias de cojines duros propios de bofedales en relativo reciente estado de degradación por carencia de agua. Siguen siendo importantes por la generación de capas de turba de considerable espesor.	1,90 en sector Laguiña	0,38 en sector Laguiña
				6,49 en Alternativa 1	6,49 en Alternativa 1

Orden de importancia	Consideración	Asociación agrostológica	Características	Área total de extensión	Área Neta propiamente dicha
				(ha)	
4to	Césped de suelos húmedos	<i>Lachemillo Calamagrostietum</i> (LA-CA)	Colonias de cojines blandos o césped bajo de suelos húmedos pero no saturados. La vegetación por lo general es de carácter permanente por la presencia agua. No genera turba.	0,83 en sector Laguña	0,166 en sector Laguña
5to		<i>Calamagrostio festuchetum</i> (CAL-FES)	Césped y pajonales ralos de suelos semisecos, no generan turba. Se desarrollan sobre suelos desnudos o en bofedales con varios años de degradación.	0,72 en sector Laguña 6.04 en Alternativa 2	-0.144 en sector Laguña
6to		Césped de arroyo (CEA)	Césped mixto con varias especies que se reactivan en temporada de lluvias. Crece al borde de los ríos o en planicies de suelos profundos.	-4.27 en Alternativa 1	-4.27 en Alternativa 1

Elaboración: Propia, 2014.

En el sector Alternativa 1 se presenta una vegetación muy rala del tipo Césped de arroyo estimándose que en temporada de abundantes precipitaciones la cobertura vegetal se incrementará.

En el sector Alternativa 2 se presenta una vegetación del tipo Asociación *Calamagrostio – festuchetum*, esta es de baja importancia y no es considerada un bofedal propiamente dicho acorde a lo anteriormente mencionado.

Dado que los sectores Alternativa 1 y Alternativa 2 presentan vegetación escasa y de poca importancia, son buenos lugares como receptores para el traslado de bofedales del sector Laguiña.

El **Anexo 6** presenta el registro del muestreo realizado para Agrostología.

En el **Mapa TAB-18** se presentan el mapa asociaciones agrostológicas para el proyecto.

h) Calidad de agua

Los cuerpos de agua de los sectores evaluados corresponden a aguas lólicas, es decir de flujo corriente; sin embargo hay una diferencia clara en cuanto a su naturaleza pues mientras el agua del sector Laguiña corresponde a un cuerpo de agua de baja corriente que atraviesa un bofedal, el agua de los sectores alternativas Alternativa 1 y Alternativa 2 corresponden a cuerpos de agua con mayor corriente. Es por esta razón que la diversidad hidrobiológica es tan diferente entre estos tres sectores evaluados. En la siguiente Tabla 35 se presenta la diversidad hidrobiológica por grupo taxonómico y para cada sector evaluado.

Tabla 35 Número de especies por grupo taxonómico en los sectores evaluados.

Grupo taxonómico	Sector Laguiña	Alternativa 1	Alternativa 2
Fitoplancton	17	4	12
Zooplancton	5	2	2
Bentos	7	3	5
Perifiton	25	9	8

Fuente: Elaboración Propia.

El sector Laguiña es el que presenta mayor diversidad para todos los grupos taxonómicos respecto a los resultados de los otros sectores. El sector de la alternativa 2 es el que presenta resultados más cercanos a Laguiña, y esto probablemente se deba a que sus aguas provengan de bofedales ubicados a altitudes superiores, aunque en su curso final pierda el contacto con esta vegetación y solo atravesase cauces pedregosos.

El número de individuos o población de organismos acuáticos también es un buen indicativo para comparar las características de las aguas entre estos sectores. En la

Tabla 36 se presenta los resultados de la abundancia de organismos hidrobiológicos para los sectores evaluados.

Tabla 36 Abundancia de individuos por grupo taxonómico en los sectores evaluados

Grupo taxonómico	Sector Laguiña	Alternativa 1	Alternativa 2
Fitoplancton	199	32	105
Zooplancton	5	2	4
Bentos	35	18	75
Perifiton	12 418	904	20 6614

Fuente: Elaboración Propia.

Al igual que en los resultados para diversidad, los resultados para abundancia por grupo taxonómico ubica al sector Laguiña como el más abundante en contenido de organismos para sus aguas. El sector Alternativa 2 también se asemeja en cuanto a cifras de abundancia. El sector Alternativa 1 tiene por tanto una baja diversidad y una baja abundancia, no acorde con sistemas acuáticos que atraviesan vegetación de bofedales.

Un último parámetro que puede ser de mucha ayuda al momento de comparar la calidad de agua respecto a la aptitud para irrigar bofedales es utilizando índices biológicos de calidad de agua. En la Tabla 37 se presenta los índices de calidad de agua para los sectores evaluados utilizando algunos sistemas indicadores cuya metodología esta descrita el Capítulo II del presente proyecto de investigación.

Tabla 37 Índices biológicos de calidad de agua.

Sectores	Shannon y Weaver		EPT		1-GOLD		IBF		BMWP		ABI	
Laguiña	2,542	Contaminación moderada	22, 86	Mala	0,60	Mala	1,257	Excelente	19	Crítica	25	Malo
Alternativa 1	0,803	Contaminación elevada	ND	--	ND	--	ND	--	10	Muy Crítica	8	Pésimo
Alternativa 2	1,290	Contaminación moderada	ND	--	0,720	Mala	3,280	Excelente	20	Crítica	20	Malo

Donde ND= No se registró.

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados para estos indicadores corroboran los resultados presentados para la diversidad y abundancia. Si bien la mayoría de indicadores presenta la calidad de agua de los tres sectores como de mala calidad, hay una semejanza numérica entre el sector Laguiña y el sector Alternativa 2, siendo ellos los que relativamente presentan las mejores condiciones de agua. El sector de la alternativa 1 presenta una calidad de agua pésima.

Considerando la evaluación presentada, el agua de la alternativa 2 guarda características hidrobiológicas más cercanas al del sector Laguïña, su utilización sería la más óptima para la ejecución del Traslado de vegetación con fines de compensación ambiental.

En el **Anexo 7** se presenta el registro de especies de la evaluación hidrobiológica, mientras que el **Anexo 8** los ensayos de laboratorio realizados para la evaluación hidrobiológica son presentados.

Por otro lado estos resultados son la línea base para el monitoreo de la calidad de agua que fluirá en el bofedal posteriormente trasladado. Se espera que después del trasplante de la vegetación el agua alcance las mismas condiciones hidrobiológicas que tenía cuando el bofedal se encontraba en su ubicación original. (Ver **Mapa TAB-19** Mapa de Evaluación Hidrobiológica).

SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Se presenta dos alternativas como sitio receptor de la vegetación a trasladarse proveniente del sector Laguïña. A continuación en la Tabla 38 se presenta un resumen de los aspectos más importantes, agregando dos determinantes en la elección con fines de adaptabilidad y viabilidad ambiental.

Tabla 38 Factibilidad de las alternativas para el traslado de vegetación.

Viabilidad		Selección de alternativas		
		Alternativa 1	Alternativa 2	Mejor alternativa
Ambienta l.	Clima y temporalidad.	Viable	Viable	Las dos.
	Disponibilidad de agua.	Viable	Viable	Las dos.
	Caudal hídrico necesario.	Viable	Viable	Alternativa 1.
	Tipo de suelos requeridos (x estrato).	Habilitación viable.	Habilitación viable.	Alternativa 1.
	Topografía requerida.	Habilitación viable.	Habilitación viable.	Las dos.
	Espacio necesario.	Poco viable	Viable	Alternativa 2.
	Vegetación.	Afecta poco	No afecta	Alternativa 2.
	Calidad de agua.	Poco adecuada.	Poco adecuada.	Alternativa 2.

Elaboración: Propia, 2014.

Considerando la factibilidad ambiental en la elección de la alternativa más adecuada tenemos que la Alternativa 2 presenta la ventaja de contar con el espacio necesario para instalar los componentes del proyecto, no afecta o afecta muy poco a la vegetación natural

con la ejecución del proyecto ya que esta es muy escasa, y el agua que se utilizaría para el riego sería la mejor en la zona aunque esta se encuentre considerada como poco adecuada según los estándares de calidad establecidos por la legislación nacional. La Alternativa 1 presenta la desventaja en estos tres aspectos en que el espacio necesario coincide y colinda con uno de los componente del Proyecto Minero Inmaculada, la vegetación aunque es escasa la mayor parte del año, es más desarrollada que en el sector de la Alternativa 2, y la calidad del agua que provee la quebrada Patari en ese tramo presenta las peores condiciones de la zona de acuerdo a los estándares de calidad establecidos.

La Alternativa 1 presenta el mayor caudal hídrico disponible, ya que la quebrada Patari que la regaría reúne el caudal de la misma quebrada Patari en el tramo en que pasa por el sector de la Alternativa 2 y el caudal de la quebrada Laguina. Es de vital importancia para la vegetación sembrada contar con el mayor caudal de agua disponible pues se trata de vegetación de suelos hidromórficos y en temporada de escasas precipitaciones el caudal de todas las quebradas disminuye, lo que dificulta lograr el anegamiento adecuado de los suelos a utilizarse. Mientras se disponga de más agua, aunque resulte excedente a la necesidad, habrá más posibilidad de un mejor riego en temporada de lluvias escasas.

Los suelos que presenta la Alternativa 1 son semejantes en su perfil edafológico que los de la Alternativa 2 con respecto a los suelos del sector Laguina. El estrato inferior arcilloso útil para evitar la filtración de agua se encuentra cerca de la superficie. Lo que implica una menor cantidad de agua necesaria para el anegamiento de los suelos y una menor pérdida por filtración.

Respecto a la factibilidad logística, la Alternativa 1 presenta una importante ventaja frente a la Alternativa 2, la disposición de vías de acceso carrozables muy cercanas a su sector. Las vías de acceso son las arterias que proveen al Proyecto de la disposición rápida de todo personal, materiales, herramientas, equipos y vehículos de transporte o de trabajo para su ejecución. Si bien la Alternativa 2 tiene vías de acceso cercanas, aún falta tramos por construir y ciertos tramos se encuentra en áreas en donde el Proyecto Minero no está operando. La habilitación de un mayor número de tramos de carreteras carrozables implica también un mayor costo económico, por lo que aunque las dos alternativas cuenten con un presupuesto asignado suficiente, el de la Alternativa 1 resulta más atractivo.

La Alternativa 2 se encuentra fuera del área actual de operatividad cercada por el Proyecto Minero. Aunque se encuentra dentro de una de las concesiones de propiedad de la Compañía Minera Ares, la población de las comunidades aledañas ha mostrado su determinación opuesta a la ejecución del Proyecto de Traslado de Vegetación con Fines de Compensación Ambiental en este sector. Por esto la Alternativa 2 a pesar de las muchas ventajas que presenta como alternativa de sitio de traslado no cumple con la factibilidad social. La ejecución del proyecto en el sector de la Alternativa 2 se realizó en un pequeño porcentaje de avance, pero con la decisión negativa de las comunidades campesinas se decidió finalmente la utilización del sector de la Alternativa 1 como lugar definitivo para el traslado de la vegetación proveniente del sector Laguiña.

En el **Anexo 9** se presenta la Matriz de Leopold donde se realiza la valoración de los impactos ambientales de acuerdo a las alternativas propuestas.

CAPITULO V: TRASLADO DE BOFEDAL LAGUIÑA

El presente Capítulo detalla de manera esquemática la ejecución del Traslado y Adaptabilidad del Bofedal Laguiña. El planteamiento de la tesis, ha sido elaborado considerando como prioridad la funcionalidad de las relaciones e interrelaciones de las especies y en sí mismo del ecosistema, ya que existen pocos estudios realizados en este tema, por la carencia de recursos ambientales o económicos, o por un mal direccionado enfoque en la metodología de siembra, los proyectos revisados no cumplieron con sus objetivos.

El éxito en la ejecución y resultados de este estudio ha sido basado con un enfoque multidisciplinario, con la adecuación de la metodología conforme surgían los imprevistos y a la elección de la Alternativa 1, puesto que cumplía con la factibilidad ambiental necesaria.

El estudio científico de la vegetación trasladada, posee resultados favorables y tiene una alta probabilidad de desarrollo para los próximos años. Los resultados cualitativos preliminares como la baja mortandad y el crecimiento vertical de la vegetación de interés nos indican que la aceptación de la vegetación trasladada se ha adaptada a las condiciones ambientales del sector receptor.

En el **Anexo 10** se presenta el panel fotográfico de los detalles de las actividades realizadas para el Análisis de Alternativas, motivo de la presente investigación.

EJECUCIÓN DE COMPONENTES

Para una adecuada gestión del estudio en su etapa de ejecución se vio conveniente considerar la evaluación por componentes involucrados, divididos en: habilitación de parcelas, depósitos de topsoil, manipulación de material biológico, y mantenimiento y monitoreo. El resumen de actividades se adjunta en el **Anexo 11**.

A continuación se define y se describe la ejecución de cada uno.

5.1.1 Vías de Acceso

Las vías de acceso fueron clasificadas en vías principales y vías secundarias, a continuación se describe cada una.

a) **Principales**

El Área de estudio cuenta con un sistema de vías de acceso afirmadas En el área norte del proyecto, ubicado entre los cerros Huarmapata, Quellopata y el curso de las quebradas Laguïña y Patari, se encuentra un tramo de esta carretera afirmada que comunica el Sector Laguïña y el Sector Alternativa 1 (Sector Patari). Esta carretera permitió el desplazamiento de los vehículos motorizados que se necesitaron para la ejecución del proyecto.

b) **Secundarias**

La ubicación del Sector Laguïña en donde se encuentra la vegetación a trasladarse y del sector Alternativa 1 que será el lugar de recepción no contó inicialmente con vías de acceso cercanas. La construcción de vías de acceso para vehículos motorizados hacia el mismo punto de los sectores fue necesaria debido al peso y fragilidad del material vegetal a trasplantarse. En la tabla 39 se detalla el personal, herramientas y vehículos necesarios para la construcción de la vía de acceso secundaria hacia las parcelas de siembra.

Tabla 39 Personal, herramientas y vehículos necesarios para la construcción de la vía de acceso secundaria hacia las parcelas de siembra.

Materiales			
Artículo.	Especificaciones técnicas.	Cantidad.	Utilidad.
Piedra y ripio	-	300 m ³	Base para carreteras.
Herramientas			
Artículo.	Especificaciones técnicas.	Cantidad.	Utilidad.
Buguis.	De recipiente hondo	2	Movimiento de tierras.
Palas.	De cuchara plana.	2	Movimiento de tierras.
Palas.	De cuchara cóncava.	2	Movimiento de tierras.
Picos.	-	2	Movimiento de tierras.
Barretas.	Más de 4 cm de diámetro.	2	Movimiento de tierras.
Maquinaria y vehículos.			
Unidad	Especificaciones técnicas.	Cantidad	Utilidad.
Retroexcavadora	-	1	Movimiento de tierras.
Volquete	Capacidad de 15 m ³	2	Movimiento de tierras.
Camioneta	Todo terreno.	1	Transporte de personal.

Materiales			
Artículo.	Especificaciones técnicas.	Cantidad.	Utilidad.
Personal			
Cargo	Cantidad	Tiempo en horas	Función.
Ingeniero supervisor	1	40	Supervisión de la logística.
Obrero	4	40	Apoyo en la ejecución de la obra.
Chofer	1	10	Conducción de vehículo.
Operador de volquete	1	32	Manejo de volquete.
Operador de retrocarga	1	40	Manejo de retrocarga.

Elaboración: Propia, 2014

5.1.2 Desde los Lugares de Extracción

La vegetación de interés para el traslado no se encuentra en un área definida sino más bien en pequeños parches dentro de la vegetación de menor importancia. La vegetación de interés en este caso son las colonias de las especies *Distichia muscoides* y *Oxychloe andina* que se encuentran dispersas en todo el sector Laguiña.

Fueron un total de seis (06) puntos de extracción de vegetación del Bofedal Laguiña, cuya actividad necesitó la construcción de vías de acceso secundarias, con la finalidad de conectar a dos puntos de extracción de difícil acceso con la vía de acceso principal. La longitud total, entre las dos (02) vías de, es de aproximadamente 380 m.

5.1.3 Hacia las Parcelas de Siembra

Las parcelas de siembra se ubicaron dentro de la Alternativa 1, el acceso hacia las parcelas fueron posibles a través de las vías de acceso principal del proyecto minero Inmaculada hasta las parcelas de siembra, estas permitieron el ingreso de vehículos hacia las parcelas de siembra ubicados en el Sector Receptor (Patari), al igual que facilitó el acarreamiento de herramientas y equipos hacia el área de trabajo y el material vegetal. La longitud total de las vías de acceso secundarias desde la vía principal hacia las parcelas de siembra es de aproximadamente 120 m.

5.1.4 Habilitación de Parcelas

De acuerdo al análisis de alternativas ambiental la Alternativa 1 (Patari) es el sector adecuado para recepcionar las vegetaciones provenientes del Bofedal Laguña, aun cuando algunas de las características edáficas, florísticas e hidrológicas son ligeramente distintas al sector original.

Por ello para asegurar el éxito del traslado y adaptabilidad de la vegetación bofedal fue necesario la habilitación de parcelas, cuya totalidad de actividades tuvo la finalidad de asemejar las condiciones físicas y químicas del habitat del bofedal del sector Laguña. Se definió un total de cinco (05) parcelas de recepción de vegetación bofedal, ubicadas en el Sector Alternativa 1. Para la habilitación de parcelas se consideró dos aspectos fundamentales para la supervivencia y adaptabilidad del bofedal, los cuales fueron el suelo y el agua.

Las actividades realizadas se describen a continuación.

- **Suelo**

El suelo del área receptor de la vegetación a trasladarse, definida en la Alternativa 1, necesita de un acondicionamiento previo para tal uso. Este acondicionamiento requiere del movimiento de tierras superficiales y del traslado de topsoil. El topsoil conforma el estrato superficial del suelo que contiene un estrato fotosintético superior y un estrato orgánico colonizado por microorganismos, inferior. El personal requerido, las herramientas necesarias y vehículos requeridos para el traslado de topsoil y movimiento de tierras se detallan en la Tabla 40.

Tabla 40 Personal, herramientas y vehículos necesarios para el traslado de topsoil y movimiento de tierras.

Materiales			
Artículo.	Especificaciones técnicas.	Cantidad.	Utilidad.
Soguilla	Más de 3 mm de diámetro.	20 m.	Demarcación de perímetro de parcelas.
Tierra caliza.	Color claro	100 K.	Demarcación de perímetro de parcelas.
Herramientas			
Artículo.	Especificaciones técnicas.	Cantidad.	Utilidad.
Buguis.	De recipiente hondo	6	Transporte de suelo.
Palas.	De cuchara plana.	10	Extracción de suelo.
Palas.	De cuchara cóncava.	10	Extracción de suelo.
Picos.	-	10	Remoción de suelo.
Barretas.	Más de 4 cm de diámetro.	2	Remoción de suelo.
Wincha	De 5 m.	1	Medida de longitud y ancho.
Maquinaria y vehículos.			
Unidad	Especificaciones técnicas.	Cantidad	Utilidad.
Bus	De 20 pasajeros o más.	1	Transporte de personal.
Camioneta	Todo terreno.	1	Transporte de personal, herramientas y materiales.
Personal			
Cargo	Cantidad	Tiempo en horas.	Función.
Ingeniero supervisor	1	128	Supervisión de la logística.
Biólogo.	1	128	Supervisión técnica.
Obrero	20	128	Apoyo en la ejecución de la obra.
Chofer	2	32	Conducción de los vehículos.

Elaboración: Propia, 2014.

• **Traslado de topsoil**

El horizonte superficial del suelo del sector Alternativa 1 difirió principalmente del horizonte superficial del sector Laguiña en la ausencia de un estrato orgánico o estrato “O”.

El estrato superficial del sector Alternativa 1 fue removido y reemplazado por suelo proveniente del sector Laguiña. Las actividades de reemplazo de suelo se realizaron en temporada de precipitaciones, por ello se observó que el estrato superficial estaba cubierto por vegetación del tipo césped de carácter eventual.

El estrato superficial, con la vegetación, fue removida en forma de champas de aproximadamente 30 x 50 cm, y de 15 a 20 cm de espesor. Estas champas se apilaron en los bordes de la quebrada Patari y luego fueron dispuestas para rellenar desniveles o áreas descubiertas y pedregosas en zonas cercanas, a fin de incrementar la cobertura vegetal.

- **Movimiento de tierras**

El sector Alternativa 1 presentó una topografía no uniforme con pendientes suaves, conformada por una franja que se extiende entre la vía principal y la Quebrada Patari, presentando un ancho que oscila entre los 100 a 140 metros.

El desnivel que presentó el terreno del sector Patari, desde la parte más alta hacia la Quebrada Patari, osciló entre los 20 a 30 metros, resultando un grado de inclinación de 8 a 9°.

Uno de los factores que condicionan la presencia de bofedales, es la presencia de geoformas con pendiente relativamente suaves, propio de las planicies. Por ello se tuvo que nivelar el terreno de las parcelas (cinco en total), debido a la baja magnitud del movimiento de tierras, la nivelación se realizó de manera manual.

El suelo removido fue depositado en áreas libres de vegetación que se formaron en los codos u orillas de la quebrada Patari, pero nunca en contacto con esta. Estas áreas en su mayor parte estaban conformadas por suelo pedregoso y descubierto, fueron cubiertas por una capa de suelo fértil y luego por champas de vegetación tipo césped, es decir actualmente presentan cobertura vegetal.

- **Agua.**

La vegetación seleccionada de la quebrada Laguiña a trasladarse es típica de bofedales. Los bofedales son formaciones vegetales que necesitan de suelos hidromórficos para establecerse. La formación de este tipo de suelos hidromórficos requiere de una cantidad de agua suficiente y constante que permita su inundación y el acarreamiento de nutrientes. La Alternativa 1 no contiene suelos hidromórficos en su mayor parte, sólo algunos sectores se inundan estacionalmente. Los restos de vegetación encontrados dan entender que anteriormente hubo pequeños sectores de bofedales, pero desaparecieron porque el caudal de los cursos permanentes disminuyó con el tiempo y se convirtieron en quebradas estacionales.

- **Apertura de canales.**

Debido a la importancia en la constante disponibilidad de agua para los bofedales a trasladarse y al déficit de quebradas en el Sector Alternativa 1, se realizó la construcción de un canal principal y una red de canales secundarios o canales de segundo orden, desviando parcialmente el agua de la quebrada Patari que según los estudios hidrológicos presenta una disponibilidad hídrica que no afectará los distintos usos en la parte baja de la microcuenca.

La construcción de los canales se hizo de manera manual, no se empleó maquinaria para tal fin. El número de personal empleado, y las actividades para la ejecución se describen en la tabla 41. El suelo residual producto del aperturamiento del canal se depositó inicialmente en montículos aledaños a la ruta del canal. Posteriormente este suelo fue llevado a los depósitos de topsoil señalados para este proyecto.

Tabla 41 Personal, herramientas y vehículos necesarios para la apertura manual del canal principal.

Materiales			
Artículo	Especificaciones técnicas	Cantidad	Utilidad
Soguilla	Más de 3 mm de diámetro.	20	Demarcación de recorrido de canales.
Tierra caliza.	Color claro	20	Demarcación de recorrido de canales.
Herramientas			
Artículo	Especificaciones técnicas	Cantidad	Utilidad
Buguis.	De recipiente hondo	6	Transporte de suelo.
Palas.	De cuchara plana.	10	Extracción de suelo.
Palas.	De cuchara cóncava.	10	Extracción de suelo.
Picos.	-	10	Remoción de suelo.
Barretas.	Más de 4 cm de diámetro.	2	Remoción de suelo.
Wincha	De 5 m.	1	Medida de longitud y ancho.
Maquinaria y vehículos			
Unidad	Especificaciones técnicas	Cantidad	Utilidad
Camión	Tolva ancha.	1	Traslado de las herramientas y materiales.
Bus	De 20 pasajeros o más.	1	Transporte de personal.
Camioneta	Todo terreno.	1	Transporte de personal.
Personal			
Cargo	Cantidad	Tiempo en horas	Función
Ingeniero supervisor	1	16	Supervisión de la logística.

Biólogo.	1	16	Supervisión técnica.
Obrero	20	15	Apoyo en la ejecución de la obra.
Chofer	3	8	Conducción de los vehículos.

Elaboración: Propia, 2014.}

- **Principal.**

Se construyó el canal principal como vía de abastecimiento de agua para la vegetación de las cinco parcelas aperturadas. La toma de agua del canal principal se encuentra en el margen derecho de la quebrada Patari a 270 m curso abajo de la confluencia de la quebrada Patari y la quebrada Laguñña. Este canal tiene un recorrido aproximado de 300 m desde la toma de agua hasta su punto final. El caudal que lleva no es estable y depende del caudal de la quebrada Patari, la cual a su vez depende de la cantidad de precipitación pluvial recibida en el área de su cuenca. A continuación en la tabla 42 se describe las características principales del canal principal.

Tabla 42 Canal principal, parcelas que irrigan y datos cuantitativos

Medidas	Canal principal
Longitud	300
Ancho	40 cm
Profundidad	25 cm
Caudal promedio	67 L/s
Rango de pH	4(invierno) – 7(verano)
Rango de conductividad eléctrica.	0.28

Elaboración: Propia, 2014.

- **De segundo orden.**

A partir del canal principal se abrieron canales de segundo orden que llevaron el agua hasta las cinco parcelas construidas. Se aperturó un total de cinco canales, algunos de hasta 15 m de longitud. Dada la irregularidad del terreno en algunos casos se tuvo que aperturar dos canales de segundo orden por parcela y en otros de un solo canal se divergió el curso para dos parcelas. Las medidas de los canales de segundo orden, las parcelas que alimentan y el flujo de caudal que pueden abastecer se detallan en la tabla 43.

Tabla 43 Canales de segundo orden, parcelas que irrigan y datos cuantitativos.

Canales de 2do orden	Longitud en metros	Ancho en cm	Profundidad promedio	Caudal promedio
Canal 2.1	2 m	15 cm	4 cm	3 L/s
Canal 2.2	5 m	15 cm	5 cm	1,5 L/s
Canal 2.3	10 m	25 cm	5 cm	3,75 L/s
Canal 2.4	10 m	30 cm	6 cm	21,6 L/s
Canal 2.5	12 m	30 cm	7 cm	16,8 L/s
Canal 2.6	22 m	30 cm	7 cm	20,0 L/s

Elaboración: Propia, 2014.

- **Instalación de desarenadores.**

El agua de la quebrada Patari en condiciones normales es cristalina aunque presenta un bajo porcentaje de sólidos suspendidos. En temporada de abundantes precipitaciones la escorrentía de los suelos de la cuenca acarrea una considerable cantidad de sólidos suspendidos que se dirigen al cauce principal o a quebradas tributarias del Patari y tornan sus aguas de color barroso. Por el contrario, el agua que alimenta los bofedales por lo general es muy cristalina, originada en ojos de agua y pequeñas quebradas, aunque en temporada de abundantes precipitaciones esta agua es turbia.

Si bien es importante la presencia de partículas de suelo suspendidas en el agua porque al final fertilizará el suelo en el que se depositan, para el caso de los bofedales la concentración no debe ser alta y menos de forma frecuente.

Es por esto que en el canal principal se ha instalado cuatro desarenadores que tienen como objetivo precipitar las partículas grandes, medianas y cierto porcentaje de las partículas pequeñas que se encuentran en el agua que proviene de la quebrada Patari para luego proveer de agua más limpia a la vegetación que se trasladó en las parcelas.

Estas aguas en su paso por las parcelas de sembrado también arrastran partículas que las enturbian y regresan a la quebrada Patari con un mayor contenido de sólidos suspendidos. Este suceso se dará por un periodo de tiempo hasta que se estabilice el suelo de las parcelas sembradas. Sin embargo para reducir el contenido de sólidos suspendidos del agua que sale de las parcelas se ha instalado desarenadores en los canales efluentes que evacuan el agua de las parcelas.

Las medidas de los desarenadores es de 1 x 1 m de lado y de 1,5 m de profundidad.

5.1.5 Depósito de Topsoil

El depósito de topsoil está definido por las áreas que se destinaron para la acumulación de este material que se produjo como residuo de la habilitación de las parcelas de siembra. La naturaleza del topsoil es la de un organismo o ecosistema viviente que contiene una comunidad de organismos, entre estos tenemos:

- Microorganismos: bacterias, cianobacterias, hongos y protozoarios, etc.
- Invertebrados: moluscos, artrópodos: arácnidos, insectos, etc.
- Plantas: algas, musgos, hepáticas, traqueofitas, etc.

La acumulación del topsoil se realizó de manera que permitiera la vida de las comunidades y organismos que encierra.

El topsoil es un estrato superficial de poca profundidad que necesita de cierta oxigenación y humedad permanente para poder seguir existiendo. El traslado de topsoil se llevó hacia zonas sin cobertura vegetal o suelo orgánico, se estableció en capas de poco espesor o en todo caso con abundante oxigenación y siempre con irrigación proveniente del desvío de fuentes de agua natural.

5.1.6 Manipulación de Material Biológico

El material biológico correspondió a la vegetación trasladada desde el Sector Laguiña hasta el Sector Alternativa 1. Esta vegetación se refiere principalmente a colonias de las especies vegetales *Distichia muscoides* y *Oxychloe andina*. *D. muscoides* y *O. andina*, estas habitan exclusivamente en suelos hidromórficos permanentes, no pueden tolerar la ausencia de agua por periodos cortos y más aún prolongados. Ambas especies pertenecen a la familia Juncaceae, su tamaño oscila entre los 6 – 10 cm de longitud. Su forma de colonización consiste en la formación de champas rígidas y compactas. Los rizomas se extienden debajo del suelo y comienzan a emitir tallos secundarios que se ramifican repetidas veces y crecen longitudinalmente. La parte inferior va muriendo y la exterior sigue creciendo de manera que se forman cojines de gran profundidad. El proceso de traslado del material biológico se dividió en las siguientes actividades: extracción, traslado y siembra.

5.1.7 Extracción

Las colonias de *D. muscoides* y *O. andina* son difíciles de extraer debido a la forma rígida que toman en su crecimiento entrelazado y espacial. Por ello el mejor procedimiento

consiste en separarlas en bloques o champas que deben ser cortadas con objetos filosos y duros. Se usaron palas de cuchara recta para realizar el corte de los lados de las champas y se usaron palas y barretas para impulsar la extracción de las champas. Las medidas establecidas para el corte de las champas fueron de 50 x 50 cm de lado y 30 cm de profundidad como mínimo. Este tamaño fue establecido porque otorgaba una mayor maniobrabilidad de las champas separadas. El peso fue otro factor determinante, ya que champas de este tipo permitía ser cargadas por una persona en distancias muy cortas como del suelo al bugui o carretilla. Champas de medidas más grandes iban a imposibilitar su manejo, si bien el porcentaje de éxito de supervivencia seguramente iba a ser mayor. Champas de tamaño más pequeño implicarían un mayor daño en las plantas que contienen por una mayor área de corte y por lo tanto un menor probabilidad en el éxito de traslado, aunque su maniobrabilidad fuese más fácil. La profundidad de la champa también otorga una mayor probabilidad de éxito cuando fuera de mayor espesor, pues esto implica un mayor número de raíces y pelos radiculares y la presencia de una mayor cantidad de sustrato propio en el que las plantas ya se encuentran establecidas. En la tabla 44 se detalla el número de personas necesarias, herramientas y vehículos para la extracción de la vegetación a trasladar.

Tabla 44 Personal, herramientas y vehículos necesarios para la extracción de las champas

Materiales			
Artículo	Especificaciones técnicas.	Cantidad	Utilidad
-	-	-	-
Herramientas			
Artículo.	Especificaciones técnicas.	Cantidad.	Utilidad.
Palas.	De cuchara plana.	20	Corte de las champas.
Barretas.	Más de 4 cm de diámetro.	8	Extracción de champas.
Wincha	De 5 m.	1	Medida de champas.
Maquinaria y vehículos.			
Unidad	Especificaciones técnicas.	Cantidad	Utilidad.
Camión	Tolva ancha.	1	Traslado de las herramientas y materiales.
Bus	De 20 pasajeros o más.	1	Transporte de personal.
Camioneta	Todo terreno.	1	Transporte de personal.
Personal			
Cargo	Cantidad	Tiempo en horas.	Función.
Ingeniero supervisor	2	272	Supervisión de la logística.
Biólogo.	1	272	Supervisión técnica.
Obrero	20	272	Apoyo en la ejecución de la obra.
Chofer	3	68	Conducción de los vehículos.

Elaboración: Propia, 2014

El número de lugares de extracción suma seis y se encuentran ubicados en el sector Laguiña dentro de lo que se definió como asociaciones *Distichetum*, *Oxychloetum* y *Distichio – oxychloetum* en el mapa de Asociaciones Agrostológicas. Los puntos de extracción se pueden ubicar espacialmente en la siguiente figura.

Figura 11 Puntos de extracción de vegetación de bofedal en el sector Laguiña.



Elaboración: Propia, 2014.

5.1.8 Traslado

El traslado de la vegetación extraída se puede dividir en traslado en vehículos motorizados y traslado manual. El traslado manual es el que el personal realiza desde el punto de extracción hacia el vehículo de transporte ubicado en una vía de acceso carrozable, y viceversa el que se hace desde un vehículo de transporte desde una vía carrozable hacia el sitio receptor de trasplante.

Las champas extraídas fueron acumuladas y luego transportadas en buguis o carretillas, el número de champas por cada viaje fue de uno o máximo dos si es que éstas eran pequeñas. En la tabla 45 describe el personal, herramientas y vehículos necesarios para el traslado de champas desde su lugar de extracción hacia el vehículo de transporte o desde este hacia el lugar de siembra. Este número es un estimado ideal en base a la experiencia adquirida en el desarrollo de este proyecto y considera al personal en los sectores de extracción de descarga.

Tabla 45 Personal, herramientas y vehículos necesarios para el traslado manual de las champas.

Materiales			
Artículo.	Especificaciones técnicas.	Cantidad.	Utilidad.
-	-	-	-
Herramientas			
Artículo.	Especificaciones técnicas.	Cantidad.	Utilidad.
Buguis o carretilla	De recipiente hondo	20	Transporte de las champas.
Maquinaria y vehículos.			
Unidad	Especificaciones técnicas.	Cantidad	Utilidad.
Camión	Tolva ancha.	1	Traslado de los buguis.
Bus	De 20 pasajeros o más.	1	Transporte de personal.
Camioneta	Todo terreno.	2	Transporte de personal.
Personal			
Cargo	Cantidad	Tiempo en horas.	Función.
Ingeniero supervisor	2	102	Supervisión de la logística.
Biólogo.	1	102	Supervisión técnica.
Obrero	35	102	Apoyo en la ejecución de la obra.
Chofer	4	68	Conducción de los vehículos.

Elaboración: Propia, 2014.

En lugares lejanos, de pendiente empinada, o con algún obstáculo que dificultara el paso de buguis o carretillas se emplearon palas mecánicas para el traslado de vegetación. Las champas se acumularon ordenaron de manera manual en las palas y se transportaron hacia el camión de carga ubicado en las vías de acceso. La descarga desde la pala hacia el vehículo también se realizó de manera manual. No se recomienda una descarga de las champas directamente desde la pala hacia el camión porque la caída es muy grande y ocasiona deterioros en estas.

Para el transporte de champas en las vías de acceso o carreteras de acceso se utilizó vehículos con tolva plana, camiones que permitían cargar champas dispuestas en 10 filas de largo, cuatro de ancho y una a dos de apilación, es decir un total de 40 a 80 champas por camionada. El personal, herramientas y vehículos necesarios para el transporte de champas en la vía carrozable se describe a continuación en la Tabla 46.

Tabla 46 Personal, herramientas y vehículos necesarios para el traslado vehicular de las champas.

Materiales			
Artículo.	Especificaciones técnicas.	Cantidad.	Utilidad.
-	-	-	-
Herramientas			
Artículo.	Especificaciones técnicas.	Cantidad.	Utilidad.
-	-	-	-
Maquinaria y vehículos.			
Unidad	Especificaciones técnicas.	Cantidad	Utilidad.
Camión	Tolva ancha.	2	Traslado de las champas.
Camioneta	Todo terreno.	1	Transporte de personal.
Personal			
Cargo	Cantidad	Tiempo en horas.	Función.
Ingeniero supervisor	1	10	Supervisión de la logística.
Biólogo.	1	10	Supervisión técnica.
Obrero	2	10	Apoyo en la ejecución de la obra.
Chofer	4	10	Conducción de los vehículos.

Elaboración: Propia, 2014.

En el **Anexo 12** se adjuntan el Panel Fotográfico del traslado de bofedales.

5.1.9 Siembra

La siembra consiste en la ubicación final de las champas trasladadas del sector Laguñña en las parcelas del sector Alternativa 1. El objetivo principal es crear un sistema en donde las champas de bofedales reciban las condiciones medioambientales que necesitan para su implantación y posterior desarrollo. Ya que las condiciones climatológicas son las mismas en todos los sectores y que debido a la habilitación del suelo en las parcelas de siembra se espera imitar el hábitat original de la vegetación trasladada. El abastecimiento de agua está asegurado por el considerable caudal que tiene la quebrada Patari, suficiente para regar el bofedal sembrado en todo el año.

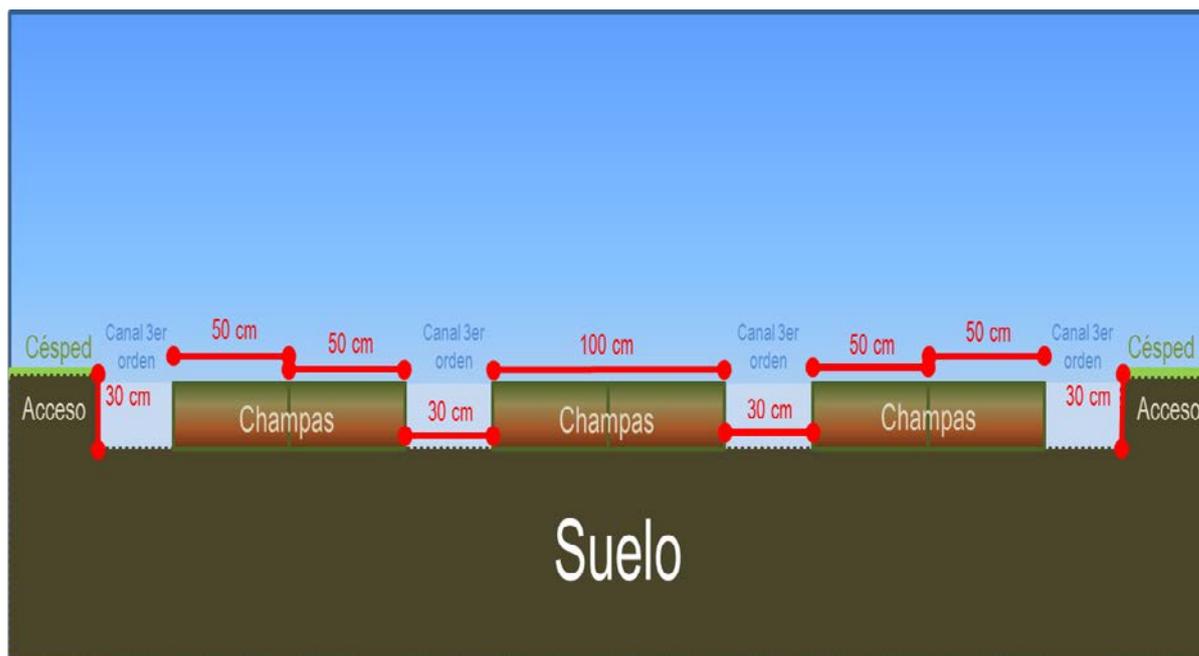
Entonces, la disposición de las champas tiene que realizarse de manera que cada una reciba la cantidad de agua necesaria para su desarrollo o en el peor de los casos para su

supervivencia. En la ejecución del proyecto se acomodaron las champas en filas de dos champas de ancho y el largo fue variable según el largo de la parcela.

La distancia entre filas fue de 30 cm y por ellas discurre el agua que proviene de los canales de irrigación secundarios. En algunos sectores de la parcela número tres la distancia entre las filas fue de 50 cm. Los canales entre las filas de champas o canales de tercer orden no fueron cavados sino que se forman del espacio que queda entre la altura de las dos filas de champas paralelas ya sembradas. Esto quiere decir que tienen una profundidad de 30 cm.

En la Figura 12 se presenta el diseño transversal de la disposición de las champas y la formación de canales de tercer orden.

Figura 12 Diseño transversal de la siembra de las champas de vegetación trasladada.

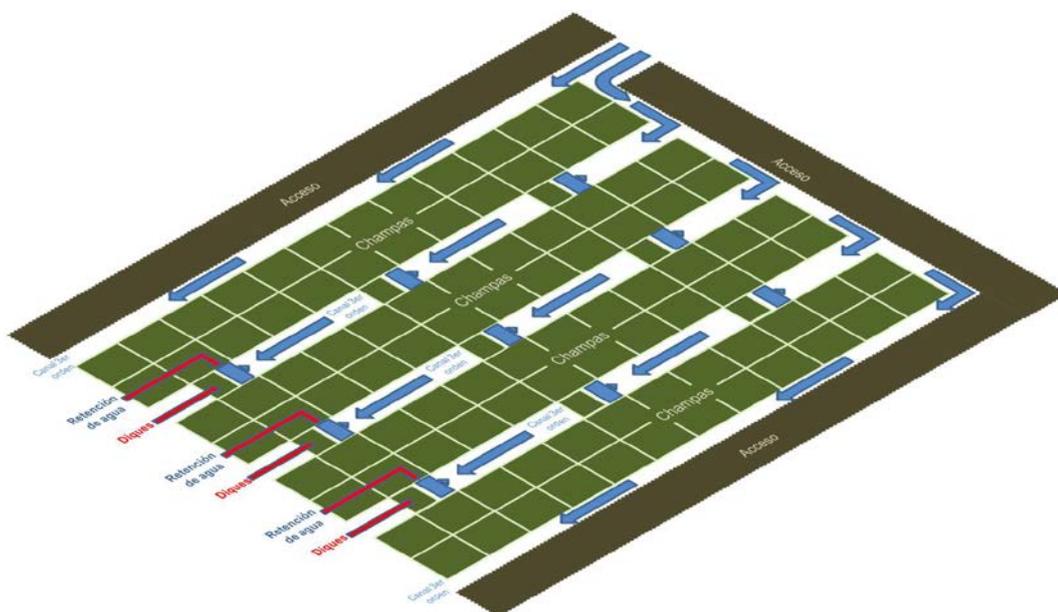


Elaboración: Propia, 2014.

En el interior de estos canales y cada 3 o 5 m de largo se instalaron pequeñas champas de vegetación bofedal a modo de diques para provocar un ligero empozamiento que disminuiría el escape rápido del agua y a la vez regaría la vegetación aledaña como ocurre en un bofedal natural. El hecho de instalar diques “vivos” promovería a que estos se unan con la vegetación de las filas formando un solo bloque con el correr del tiempo.

Para el diseño e instalación de diques en los canales de tercer orden se utilizó pedazos de champas de vegetación de bofedal, como se observa en la Figura 13.

Figura 13 Diseño para la instalación de diques en los canales de tercer orden.

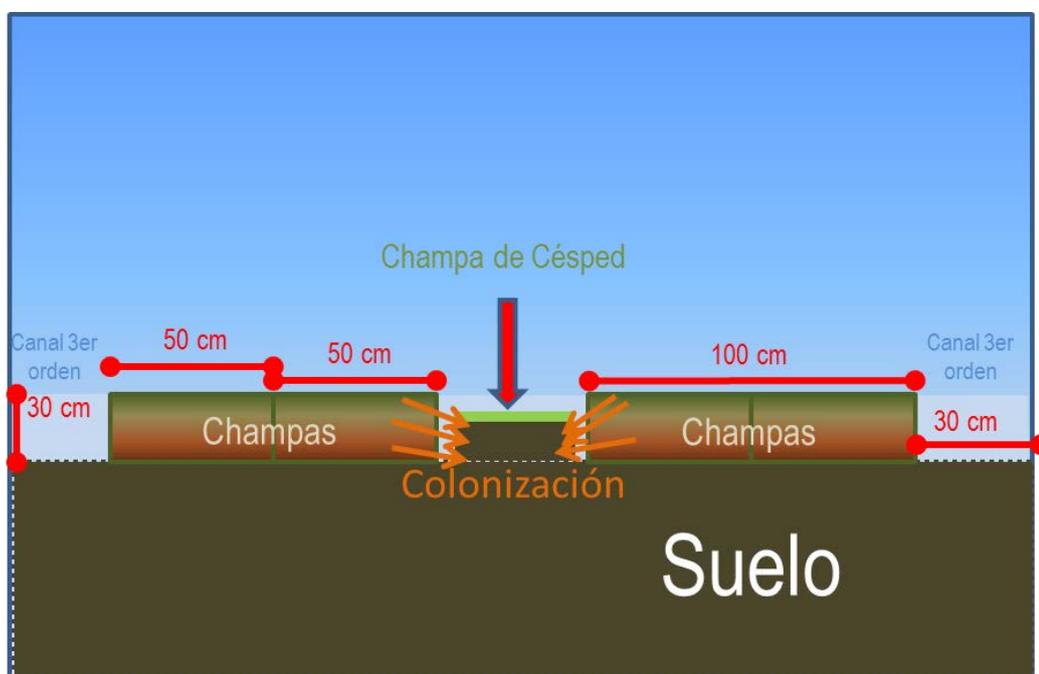


Elaboración: Propia, 2014.

No se pretende que estas filas de champas instaladas formen el panorama final del bofedal trasladado sino que sean más bien el sistema inicial de colonización, es decir que a partir de aquí las colonias implantadas de *Distichia muscoides* y *Oxychloe andina* se expandan por todo el sector de la Alternativa 1. Es por esto que en los canales de tercer orden se ha implantado champas de vegetación de césped que tiene dos objetivos. El primero es el de elevar el nivel del agua que discurre por el canal para que inunde las filas de champas aledañas; y el segundo es el de ofrecer un sustrato a la vegetación de las filas para que vayan colonizando y extendiéndose de manera que desaparezca la vegetación de césped de las champas implantadas en los canales y que comience a dominar las especies del bofedal. Este último tipo de vegetación tiene la ventaja pues las condiciones de los canales de tercer orden son idóneas para su desarrollo, mientras que la vegetación de Césped no soporta los suelos hidromórficos por un periodo permanente.

En la Figura 14 se detalla el diseño para la inserción de champas de vegetación de césped en los canales de tercer orden.

Figura 14 Inserción de champas de césped en canales de tercer orden.



Elaboración: Propia, 2014.

5.1.10 Fertilización y Estimulación

Si bien los resultados del análisis edafológico presentados señalan la existencia de suelos fértiles en el sector Alternativa 1; se ha determinado la necesidad de aplicación de un fertilizante foliar para la regeneración rápida de la vegetación dañada durante el proceso de traslado.

La vegetación tiene su máxima oportunidad de adaptabilidad en el nuevo terreno en la temporada de precipitaciones es decir en los meses de diciembre a abril, por ello es necesario que cuente con los nutrientes necesarios. Gran parte de los órganos de absorción de nutrientes como las raíces y pelos radiculares se encontraron dañados, por lo que la mejor solución es la aplicación de un abono de absorción directa. Lo recomendable sería el empleo de abonos orgánicos como el compost o el humus de lombriz, pero su aplicación requiere que la vegetación esté correctamente implantada para que pueda aprovecharlos. El abono foliar, a pesar de ser un abono sintético, tiene la ventaja de que puede ser absorbido directamente por las hojas, tallos y raíces, de manera que su uso puede ser de "urgencia" hasta que se logre la regeneración y adaptación de la vegetación trasplantada. Su uso en ecosistemas como los bofedales no ha sido probado, por lo tanto se realizó pruebas en campo para determinar su aceptación por parte de la vegetación y

la concentración mínima necesaria de manera que no estrese a las plantas por exceso de sales.

También se realizó una prueba con estimulantes hormonales, en este caso con un complejo de enraizantes tipo auxinas, ya descritas según su acción. El uso de hormonas enraizantes tampoco ha sido probado en vegetación de bofedales por lo que no se tiene referencias bibliográficas para dirigir el experimento.

El abono foliar utilizado fue de la marca Fertiphos y la composición de macroelementos es de 20% de nitrógeno, 20% de fósforo, y 20% de potasio, además de la adición de algunos microelementos como Magnesio, Hierro, Cobre, Zinc, Calcio, Boro y Molibdeno. A continuación se detalla la composición en peso por litro.

Nitrógeno	20 g x L
Fósforo	20 g x L
Potasio	20 g x L

Las hormonas enraizantes utilizadas conformaban un coctel comercial de la marca Root Plus. Su composición se detalla a continuación

Ácido Alfa naftalenacético.	0,40%
Ácido 3 – Indol butírico.	0,10%
Ácidos nucleicos.	0,10%
Sulfato de zinc.	0,40%
Solución nutritiva.	95,40%

La concentración inicial del abono foliar y las hormonas siguió la recomendación de las marcas en productos agrícolas de alguna forma más cercanos en hábitat y filogenéticamente a *Distichia muscoides*, la especie empleada para las pruebas. Se aplicó las concentraciones utilizadas para el arroz (*Oriza sativa*), una hierba gramínea que crece en suelos hidromórficos.

A continuación en la Tabla 47 se presenta los resultados del estudio realizado en campo para determinar la aceptación y la cantidad mínima requerida de abono foliar y enraizante. Como se puede observar el efecto del abono foliar, si bien es positivo, no varía considerablemente de una concentración a otra. Por el contrario las hormonas enraizantes si causan un crecimiento considerable a mayor concentración.

Tabla 47 Resultados de la prueba en el empleo de abono foliar y enraizantes en *Distichia muscoides*.

Muestras	Sustancia empleada	Concentración MI x L de agua.	Tipo de riego	Resultados 1 (27-03- 14)	Resultados2 (2-04-14)	Resultados 3 (9-04-14)
MDm 01	Abono foliar 20-20-20	10 ml x 2 L	Agua de quebrada aparentemente sin sólidos o estos no visibles.	0 mm	03 mm	05 mm
MDm 02		5 ml x 2 L		0 mm	03 mm	04 mm
MDm 03		2,5 ml x 2 L		0 mm	03 mm	04 mm
MDm 04		1,25 ml x 2 L		0 mm	03 mm	04 mm
MDm 05		0,65 ml x 2 L		0 mm	03 mm	04 mm
MDm 06	Hormonas enraizantes	10 ml x 2 L	Agua de quebrada con sólidos suspendidos visibles.	0 mm	09 mm	12 mm
MDm 07		5 ml x 2 L		0 mm	07mm	10 mm
MDm 08		2,5 ml x 2 L		0 mm	05 mm	12 mm
MDm 09		1,25 ml x 2 L		0 mm	01 mm	03 mm
MDm 10		0,65 ml x 2 L		0 mm	01 mm	02 mm
MDm 11	Ninguna	-	Agua de quebrada aparentemente sin sólidos o estos no visibles.	0 mm	0 mm	0 mm
MDm 12	Ninguna	-	Agua de quebrada con sólidos suspendidos visibles.	0 mm	0 mm	01 mm

Elaboración: Propia, 2014.

En el **Anexo 13** se adjuntan el Panel Fotográfico de las pruebas de abono y enraizantes.

5.1.11 Mantenimiento

- Cercado

Existe la incursión permanente del ganado vacuno y de camélidos que vienen desde las praderas aledañas pertenecientes a las comunidades campesinas del lugar. Si bien este ganado vacuno no se alimenta preferentemente de las especies que se han sembrado, si lo hace del césped que crece en los alrededores y en temporada de escasas precipitaciones por falta de alimento es posible que llegue a buscar alimento en los nuevos bofedales. El pisoteo del ganado en la vegetación también es muy perjudicial. Es por esto que es necesario la implantación de un cerco que proteja al bofedal recién sembrado, al menos hasta que se encuentre correctamente implantado y presente un buen desarrollo.

Los materiales, herramientas, vehículos y personal que se necesitaron en el levantamiento del cerco se describen a continuación en la Tabla 51

Tabla 48 Materiales, herramientas, vehículos y personal empleado en el levantamiento del cerco de protección.

Materiales			
Artículo.	Especificaciones técnicas.	Cantidad .	Utilidad.
Malla cerco	De alambre u otro material resistente	200 m.	Cercado del área.
Parantes	De metal o madera, más 1.5 m de largo.	50 U.	Sostén de la malla cerco.
Uniones	Alambre, clavos	300 U.	Aferramiento entre mallas y parantes.
Soguilla	Más de 3 mm de diámetro.	10 m.	Demarcación de recorrido de mallas y ubicación de parantes.
Tierra caliza.	Color claro	10 K.	Demarcación de recorrido de mallas y ubicación de parantes.
Herramientas			
Artículo.	Especificaciones técnicas.	Cantidad .	Utilidad.
Alicates	Para cortar alambres gruesos	2	Cortar la malla.
Alicates.	De punta roma.	2	Manipular las uniones malla – parantes.
Combas	De más de un kilo de peso.	2	Clavar en el suelo a los parantes.
Maquinaria y vehículos.			
Unidad.	Especificaciones técnicas.	Cantidad .	Utilidad.
Camión	Tolva ancha.	1	Transporte de materiales y herramientas.
Camioneta	Todo terreno.	1	Transporte de personal.
Personal			
Cargo.	Cantidad.	Tiempo en horas.	Función.
Ingeniero supervisor	1	32	Diseño y supervisión de obra.
Obrero	4	32	Apoyo en la ejecución de la obra.

Elaboración: Propia, 2014.

• **Mantenimiento**

El mantenimiento del bofedal sembrado en el sector Alternativa 1 implica el cuidado de las condiciones fisicoquímicas y de cuatro componentes: la vegetación sembrada, los canales principal y de segundo orden, los canales de tercer orden, y los desarenadores. A continuación se indica las actividades que hay que realizar para cada uno, y la finalidad de su ejecución. El tiempo o intervalo a repetir entre la misma actividad depende de la

necesidad que será detectada por el personal permanente dispuesto para tal fin. A continuación, en la Tabla 49 se presenta los componentes que necesitaron de un mantenimiento periódico, también se detalla las actividades de mantenimiento y su finalidad.

Tabla 49 Componentes del proyecto con sus respectivas actividades de mantenimiento.

Componente.	Actividad de mantenimiento.	Finalidad.
Vegetación.	Rellenar con turba los espacios entre la unión de las champas que han quedado sin realizarse.	Promover el fluido correcto del agua hacia arriba en donde se encuentra el estrato fotosintético del bofedal sembrado.
	Reacomodo o reemplazo de las champas diques que no se encuentren estables.	Promover la colonización y unión de la vegetación sembrada entre filas contiguas.
	Limpieza del estrato fotosintético de las champas.	Promover el correcto desarrollo de las plantas por captación de la radiación solar para la realización de su fotosíntesis.
	Limpieza de la superficie utilizada para el acceso de las carretillas y personas para promover la colonización de vegetación.	Reducir la erosión del suelo utilizado anteriormente para este fin a causa de las lluvias y evitar el enturbiamiento de las aguas de los canales a donde llegará finalmente el producto de la erosión. Promover la colonización de vegetación de bofedal en este suelo.
	Realizar la fertilización foliar cada 15 días por dos meses según las concentraciones indicadas en el producto. Esta actividad sólo se debe realizar en temporada de abundantes precipitaciones, de diciembre a abril.	Promover el desarrollo acelerado de la vegetación durante su proceso de implante. Este es un refuerzo que se da a causa del estrés sufrido por la vegetación que ha sufrido daño en sus hojas y raíces durante el traslado.
Canal principal y canales de segundo orden.	Limpieza de arena y sedimentos acumulados en el fondo de los canales cuando obstruyan el paso de agua requerido.	Tener un flujo permanente y constante de agua. En temporada de escasas precipitaciones el sedimento acumulado en el suelo puede ser útil, si se encuentra disperso de manera uniforme en el canal, para disminuir la cantidad de agua necesaria para irrigar el bofedal sembrado.
	Limpieza de desmonte del borde de los canales para promover el crecimiento de vegetación.	El crecimiento de vegetación evitará la contaminación del agua del canal con sedimentos arrastrados por las lluvias desde las partes superiores de las laderas que rodean al bofedal sembrado.
	Regulación del flujo de caudal necesario.	Es un procedimiento empírico, se regula manualmente hasta que se observe que el nivel del canal principal se encuentra como mínimo a 10 cm de la superficie. Este procedimiento se realizará hasta que se encuentre un punto intermedio en el que el canal permita un flujo de agua eficiente sin la futura intervención del hombre.

Componente.	Actividad de mantenimiento.	Finalidad.
Canales de tercer orden.	Disminuir la profundidad de los canales con las champas de césped sobrantes de la apertura de las parcelas. Es importante que el suelo que se utilice para este fin tenga vegetación a fin de reducir la erosión por arrastre del agua.	Proveer de agua al bofedal, sobre todo en el estrato fotosintético, con un requerimiento inferior debido a la escasez de este recurso en temporada de escasas precipitaciones.
	Reacomodo o reemplazo de las champas diques.	Promover el empozamiento de agua por un periodo más extenso. Promover la precipitación de sedimentos para formar suelos que serán colonizados por la vegetación. Limpiar de sedimentos los cursos inferiores de los canales y el agua que se devolverá a la quebrada Patari.
Desarenadores.	Limpieza de sedimentos acumulados.	Que sigan cumpliendo su función en la precipitación de sedimentos del agua que llegará a los bofedales sembrados y que saldrá de ellos.

Elaboración: Propia, 2014.

CAPITULO VI: RESULTADOS

Se evidencia la regeneración de vegetación con características similares a las condiciones iniciales previos al traslado del Bofedal Laguña a la zona seleccionada, observándose la adaptabilidad de vegetación de un área de 2 000 m².

El diseño para la reubicación consideró parámetros físicos, biológicos y de disponibilidad hídrica, definiendo los sistemas de drenaje para garantizar el flujo de agua y lograr la saturación del suelo.

Un punto importante considerado fue el registro de datos de monitoreo de calidad de agua superficial, que mostraban valores propios de la influencia mineralógica del yacimiento del Proyecto Minero Inmaculada dada las condiciones naturales (geología y edafología) presente en el área de estudio.

La ejecución del proyecto de investigación en la parte experimental consideró técnicas de ejecución manual que han permitido el parcelamiento y desbroce que asegure los nutrientes mínimos, considerando un suelo orgánico necesario para su adaptabilidad y éxito del proyecto.

Los trabajos previos en el área piloto, que constituyo en la adición de abono foliar orgánico y en hormonas enraizantes, fue contrarrestado mediante la observación obteniéndose un desarrollo fisiológico lo cual ha sido determinante para su masificación en las 2 000 m² de bofedales, cuya floración se ha podido evidenciar como resultado final de adaptabilidad.

Se ha determinado que el espacio físico seleccionado cumple con las condiciones físicas y biológicas, en tal sentido se ha permitido liberar la zona en el cual el Proyecto Minero. Inmaculada ha determinado la construcción de un Depósito de Relaves cuya consideraciones técnicas de estabilidad física han sido sustentadas en los estudios de ingeniería y aprobados en su Estudio de Impacto Ambiental de tal forma que la U.M. pueda desarrollar sus operaciones mineras, cumpliendo la reubicación de los bofedales con fines de Compensación y Manejo Ambiental.

La ejecución de esta investigación conlleva a continuar un proceso de consolidación, manteniendo un sistema de drenaje y saturación de suelos. El área receptora, ha adquirido propiedades ecosistémicas, mostrando una biodiversidad que se ha ido incrementando en forma progresiva.

CONCLUSIONES

- La presente investigación, luego de su fase experimental y de la evaluación de diversos factores considerados como: edafológico, vegetación, agrostológico, hidrobiológico, calidad de agua, entre otros; de mediante el Traslado y Adaptabilidad de Bofedales se logró ejecutar la Compensación y Manejo Ambiental para el Proyecto Minero Inmaculado.
- La selección de alternativas, a través de la evaluación de los diversos factores involucrados considera una elección adecuada, la corta distancia que se encuentra entre el sector del bofedal a trasplantarse (Sector Laguiña) y el sector de la Alternativa 2), el clima y otros aspectos físicos y biológicos, permitieron superar el inconveniente que se presentaría al trasladar un tipo de vegetación de un lugar definido hacia otro con algunas variaciones que podrían influir negativamente en el éxito del traslado de la vegetación, siendo un factor importante la fase experimental.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar un registro diario cronometrado de las acciones de trasplante a realizarse, paso por paso, en las cuales debe indicar la fenología de cada especie., para tomar acciones correctivas que mejoren la efectividad.
- Se recomienda instalar señales que indiquen a la población local las restricciones y prohibiciones en cuanto a su uso, así como la instalación de cercos alrededor del área del sector propuesto, brindando de esta manera seguridad frente a animales domésticos y actividades de forrajeo.
- Asimismo se sugiere realizar un registro diario del trasplante de las champas (bloque de vegetación con material orgánico) observando minuciosamente los factores ambientales en los que se instala cada una para encontrar relaciones entre estos y el éxito de supervivencia de las champas.
- Se recomienda contar con equipo capacitado y especializado óptimo considerando las maquinarias y equipos asignados para la ejecución del proyecto, así como con un Plan de Seguridad, considerando aspectos específicos de las labores propias de adecuación del traslado del bofedal.
- Se sugiere, solicitar opiniones a todo el personal involucrado de tal forma de construir un sistema de mejora continua en la ejecución del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 (MINAM), M. D. (24 de OCTUBRE de 2014). MINAM. Obtenido de http://www.legislacionambientalspda.org.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=206:los-bienes-naturales-y-artificiales-asociados-&catid=27:cap6&Itemid=3331.
- 02 BECERRIL, M., BARRUTIA, & OTROS. (2007). Especies nativas de suelos contaminados por metales: Aspectos eco fisiológicos y su uso en fitorremediación. Ecosistemas. Revista científica de América Latina y el Caribe. España y Portugal.
- 03 BISA. (2006). Estudio Definitivo de Conducción y Tratamiento de Aguas de efluentes de mina ingresantes a la Laguna Huisca.
- 04 BISA. (2011). Informe de ensayo N° IL-003LA0101A-030-52-365.
- 05 BUNGE, V. (s.f.). LA DISPONIBILIDAD NATURAL DE AGUA EN LAS CUENCAS DE MÉXICO.
- 06 CHAVEZ VASQUEZ, R. (2012). SCRIBD.
- 07 CIMM Perú S.A. (2011). Informe de ensayos N° ABR1044.R11.
- 08 CIMM Perú S.A. (2011). Informe de ensayos N° ABR1049.R11.
- 09 COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. (2008). ESTADÍSTICAS DEL AGUA EN MÉXICO 2008. COYOACÁN.
- 010 AHUMADA M. Y FAUNDEZ L. (2009) GUÍA DESCRIPTIVA DE LOS SISTEMAS VEGETACIONALES AZONALES HÍDRICOS TERRESTRES DE LA ECORREGIÓN ALTIPLÁNICA (SVAHT), Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago.
- 011 CUMMING K. Y KLUG J. (1979). FEEDING ECOLOGY OF STREAM INVERTEBRATES. ECOLOGY AND SYSTEMIC, 10: 147-172.
- 012 DELGADO, E. L.-V. (2005). EL CICLO HIDROLÓGICO Y EL BALANCE HÍDRICO. En CONCEPTOS BÁSICOS Y ESTUDIOS DE CASO EN IBEROAMÉRICA (págs. 1-9).
- 013 EDUAMBIENTAL. (s.f.). Obtenido de http://www.eduambiental.org/index.php?option=com_content&task=view&id=224&Itemid=122.

- 014 FENTON, A. K. (2008). NUTRIENT MANAGEMENT SPEAR PROGRAM. CORNELL UNIVERSITY COOPERATIVE EXTENSION, 1-2.
- 015 FLOREZ, A. (2005). MANUAL DE PASTOS Y FORRAJES ALTOANDINOS. LIMA: IDTDG AL, OIKOS.
- 016 FONAM (s.f.). De <http://www.fonamperu.org/general/pasivos/pasivos.php>.
- 017 GLOSARIO. (s.f.). Obtenido de <http://ciencia.glosario.net/agricultura/champa-10849.html>.
- 018 GOBIERNO DE CHILE. (2006). PROTECCIÓN Y MANEJO SUSTENTABLE DE HUMEDALES INTEGRADOS A LA CUENCA HIDROGRÁFICA.
- 019 INRENA. (2006). Obtenido de http://www.inrena.gob.pe/iffs/iffs_biodiv_catego_flora_silv.htm.
- 020 INRO S.A.C. (julio 2010). Informe final de la caracterización hidrobiológica y determinación cuali-cuantitativa de metales en truchas y sedimentos de los ríos y Lagunas, realizado en la zona del Bofedal Arupampa.
- 021 KABATA, A., & PENDIAS, H. (2001). Trace elements in soils and plants (Tercera ed.). Florida, EEUU: CRC Press. Boca Ratón.
- 022 LEÓN, B., PITMAN, N., & ROQUE, J. (2006). Introducción a las plantas endémicas del Perú (Vol. 13). Perú: Rev. perubiol.
- 023 MARGALEF, R. (1981). MICROALGAS DULCEACUÍCOLAS. ECOLOGÍA, 252.
- 024 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN. (29 de octubre 1990). Real Decreto 1310. Regule la utilización de los lodos depurados en el sector agrario. España.
- 025 MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, R. D. (2003). GLOSARIO TÉCNICO MINERO. BOGOTÁ D.C.
- 026 NOTICIAS Proyecto Caserones (2014), obtenida de http://www.caserones.cl/articulos_ver.php?id=97&grupo=6
- 027 OSCANOVA, L. (1994). Evaluación y utilización del ecosistema pastizal del módulo alpaquero Cátac. Proyecto repoblamiento de alpacas CEDEP. Huaraz, Perú.
- 028 PARKER, W. (1951). A method for measuring trend and range condition on national forest ranges. (S. U. Forest, Ed.)

- 029 PEERAPORNPIBAL, C. P. (2004). THE MONITORING OF WATER QUALITY IN ANG KAEW RESERVIOR OF CHAING MAI UNIVERSITY BY USING PHYTOPLANKTON AS BIOINDICATOR FROM 1995-2002. CHIANG MAI J. SCI, 31(1): 85-94.
- 030 PERÚ, M. D. (24 de OCTUBRE de 2014). MINEM. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/procaliagua.PDF>.
- 031 PROYECTO CASERONES DE MINERA COPPER CHILE S.A. 2010, Plan de Manejo de Humedales Altoandinos. Santiago, Chile
- 032 RAMSAR, (1971).
- 033 REY VIFIAN, L. (2009). Humedales artificiales para la remediación de metales y nitratos y amonio de efluentes mineros. Lima, Perú: Tesis de la Universidad Nacional Agraria. La Molina.
- 034 RHOADES, J. (1993). Electrical conductivity method for measuring and mapping soil salinity. In: D.L. Sparks (eds.) Advances in agronomy (Vol. 49). San Diego CA., EEUU.
- 035 RIVAS VARGAS, C. (2002). Zonificación con fines de manejo y conservación de las formaciones humedales y pajonal denso en el distrito de Ondores, ámbito suroeste de la Reserva Nacional de Junín. Lima, Perú: Tesis de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- 036 ROWELL, L. (1994). Soil science: methods and applications. Longman Scientific & Technical. Singapore.
- 037 SOMPAC. (2014). SOCIEDAD MEXICANA DE PLANCTOLOGÍA A.C., Obtenido de <http://www.sompac.org/que-es-el-plancton>.
- 038 SOTOMAYOR, M., & OTROS. (1990). Validación de cercados y mejoramiento de bofedales en Puna Seca - (Ahijaderos). Avances - Informe Técnico: Pastos.
- 039 UNAP. (2001). Evaluación de las características y distribución de los bofedales en el ámbito peruano del sistema TD PS. Proyecto conservación de la biodiversidad en la cuenca del lago Titicaca – Desaguadero – Poopo. Puno, Perú.
- 040 UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE USDA. (1993). Soil Survey Manual. Handbook (18 ed., Vol. 18). Washington DC, EEUU.
- 041 UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE USDA. (2006). Keys to Soil Taxonomy (10 ed.). EEUU.

- 042 UNLPam, F. D. (s.f.).
http://tecrenat.fcien.edu.uy/Cursos/reconcimiento_de_flora/Insumos_para_estudiantes_curso_2010/GLOSARIO_DE_TERMINOS_BOTANICOS_FacAgronom%C3%ADaUNLAPa.pdf.
- 043 VALENCIA, U. P. (24 de OCTUBRE de 2014). BIOLOGÍA Y BOTÁNICA GLOSARIO. Obtenido de <http://www.euita.upv.es/variados/biologia/glosario.htm>.
- 044 VARGAS GUTIÉRREZ, L. (1992). Estructura dinámica estacional de la vegetación en bofedal, tolar y pajonal ciru ichu en el ecosistema de Puna seca. Lima, Perú: Tesis de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- 045 VILLALOBOS, F. (2002). Fitotecnia. Bases y Tecnologías de la Producción Agrícola. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- 046 WEBERBAUER, A. (1945). El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos. Estudio Fitogeográfico (Segunda ed.). Lima, Dirección de Agricultura - Ministerio de Agricultura, Perú: Estación Experimental Agrícola de La Molina.
- 047 WETZEL, R. (1983). LIMNOLOGY.
- 048 WETZEL, R. (1983a). OPENING REMARKS. PERIPHYTON OF FRESHWATER ECOSYSTEMS., 3-4.
- 049 WETZEL, R. (1983b). ATTACHED ALGAL-SUBSTRATA INTERACTIONS: FACT, MYTH, AND WHEN AND HOW? PERIPHYTON OF FRESHWATER ECOSYSTEMS, 207-215.
- 050 Word Reference. (s.f.). De <http://www.wordreference.com/definicion/insect%C3%ADvoro>.

GLOSARIO

Agrostología

Es la ciencia que se ocupa del estudio de las especies forrajeras (Poaceas y Leguminosas), su clasificación, manejo y utilización en la alimentación pecuaria (**Chávez, 2012**).

Área efectiva

Se refiere al área efectivamente ocupada para uso minero, refiriéndose a las instalaciones superficiales como: área de campamento, área de maestranza, generación eléctrica, depósitos logísticos, áreas de desmonte, etc. (**Ministerio de Energía y Minas, 2006**).

Bofedales

Extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro de un humedal (**Ramsar, 1971 Gobierno de Chile, 2006**).

Calidad ambiental

Representa por definición, las características cualitativas y/o cuantitativas inherentes al ambiente en general o medio particular, y su relación con la capacidad relativa de éste para satisfacer las necesidades del hombre y/o de los ecosistemas.

http://www.eduambiental.org/index.php?option=com_content&task=view&id=224&Itemid=122

Champas

Porción de tierra compacta, a modo de adobe, la superficie cubierta con vegetación, fundamentalmente, gramínea. Los pobladores de la jalca y puna construyen sus viviendas y cercos con champas.

<http://ciencia.glosario.net/agricultura/champa-10849.html>

Depósito de relaves

Es el área ocupada por los materiales (de grano fino) sin valor, que se obtiene, como producto de los procesos de concentración de minerales por el método de flotación, estos relaves se han dispuesto en forma de pulpa, eliminando el agua después de la sedimentación de los sólidos. Sus características son de material fino de fácil erosión por la acción del viento y de las escorrentías. Su disposición exige generalmente la construcción de una presa de sostenimiento, la misma que por lo general se construye con el mismo material grueso que está contenido en la pulpa (**FONAM**).

Disponibilidad hídrica

Representa el volumen de agua neto por año existente en un territorio. A nivel nacional, ésta se calcula a partir de la suma de la precipitación y el volumen de agua escurrido proveniente del extranjero, menos el volumen correspondiente a la evotranspiración y el que escurre a otros países (**Comisión Nacional del agua CONAGUA, 2008**).

Fitoplancton

Concepto de vegetales que constituyen el plancton. Se define así al plancton de naturaleza vegetal capaz de sintetizar sus propias sustancias por fotosíntesis utilizando agua, gas carbónico y energía luminosa.

<http://ciencia.glosario.net/medio-ambiente-acuatico/fitoplancton-10349.html>

Herbívoro

Consumidores de primer orden en una cadena alimenticia, son aquellos organismos que consumen vegetales.

<http://ciencia.glosario.net/medio-ambiente-acuatico/herb%EDvoro-10362.html>

Hidrófilas

Que absorbe fácilmente la humedad o el agua; 2. Organismo que vive en ambientes húmedos o dentro del agua.

<http://www.wordreference.com/definicion/hidr%C3%B3filo>

Macroinvertebrados

Son los mejores bioindicadores de la calidad del agua. Éstos se encuentran en todo tipo de ambientes acuáticos de agua dulce, como ríos o lagunas, donde son importantes para el monitoreo de ese ecosistema en particular (**Cumming y Klug, 1979**).

Materia orgánica

Es materia compuesta de compuestos orgánicos que provienen de los restos de organismos que alguna vez estuvieron vivos, tales como plantas y animales y sus productos de residuo en el ambiente natural (**Fenton et al., 2008**).

Microalgas

Son un conjunto de microorganismos en su mayoría fotosintéticos, unicelulares, filamentosos que forman cadenas, colonias o cenobios. Están presentes en agua salada, agua dulce o en el suelo (**Margalef, 1981**).

Microclima

Condiciones climáticas de un área generalmente pequeña (**Ministerio de Minas y Energía – Colombia, 2003**).

Perifiton

Es una comunidad compleja de microbiota (algas, bacterias, hongos, animales, detritos orgánicos e inorgánicos) adherida, el que puede ser orgánico o inorgánico, vivo o muerto (**Wetzel, 1983a**). Funcionalmente se considera un microcosmos donde los procesos internos y los intercambios con el medio externo ocurren simultáneamente (**Wetzel, 1983b**).

Plancton

Es el conjunto de organismos de pequeño tamaño que tienen como característica principal habitar la columna de agua con limitada capacidad de contrastar las corrientes de agua. De esta manera cualquier organismo que cumpla con esta característica formará parte de esta comunidad acuática (SOMPAC, 2014).

Recurso hídrico

Adicionalmente a las aguas comprendidas como recursos naturales, existen bienes que el marco normativo ha considerado intrínseco a la gestión del recurso. Así estos bienes han sido subdivididos en bienes naturales y bienes artificiales (MINAM, 2014).

Cantidad de agua dulce superficial y subterránea de una determinada zona geográfica. Todo estudio o actividad relacionada con el agua tiene que enmarcarse en el contexto del ciclo hidrológico en un espacio geográfico. Este puede ser un espacio natural, como una cuenca hidrográfica, o antrópico, como una ciudad, que se puede considerar como un sistema (Delgado *et al.*, 2005).

Sistemas hidromórficos

Es un estado permanente o temporal de saturación de agua en el suelo que lleva asociado la existencia de condiciones reductoras. Se refiere a los caracteres estructurales de las hidrofitas.

<http://www.euita.upv.es/varios/biologia/glosario.htm>

Suelo

Parte de los materiales incoherentes que recubre a las rocas y que es capaz de sostener vida vegetal. El suelo es un sistema físico, químico y biológico que actúa de forma compleja sobre la vegetación y la biota. En un lugar específico es producto de la acción del clima y la vegetación sobre el sustrato geológico, que le confiere propiedades particulares. Este sistema es muy importante en estudios ambientales, dado que las modificaciones de sus características repercuten en cambios climáticos, en la flora y en la biota (Ministerio de Minas y Energía - Colombia, 2003).

Zooplankton

Constituido por todos los consumidores que constituyen en su gran mayoría a productores secundarios y terciarios. Algunos de los grupos de organismos más abundantes y característicos del zooplankton son los copépodos, cladóceros, rotíferos, cnidarios, etc.

<http://www.sompac.org/que-es-el-plancton>

ANEXOS

ANEXO 1
DATA DE ESTACIONES METEREOLÓGICAS – SENAMHI



OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ESTACION : CHINCHAYLLAPA / 157305 / DRE-06

PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

LAT. : 14 ° 55 ' "S"

LONG. : 72 ° 44 ' "W"

ALT. : 4100 msnm

DPTO. : AREQUIPA

PROV. : LA UNION

DIST. : HUAYNACOTAS

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1980	88.1	64.5	110.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	38.6	14.9	44.9
1981	147.0	200.5	70.9	81.2	0.0	0.0	0.0	72.3	17.5	22.8	39.4	74.5
1982	14.7	113.5	135.4	27.9	0.0	11.9	0.0	7.9	54.2	95.4	133.1	0.0
1983	0.0	0.0	27.3	46.8	0.0	0.0	0.0	3.6	44.7	5.8	0.0	61.1
1984	183.9	292.5	173.8	23.1	10.8	0.0	0.0	7.4	18.5	80.3	95.8	127.6
1985	22.6	236.4	305.1	178.5	41.6	5.7	0.0	0.0	30.5	0.0	76.3	124.9
1986	285.4	206.4	325.0	56.1	3.3	36.9	36.8	26.5	18.4	38.2	0.0	218.1
1987	314.9	S/D	0.0	0.0	0.0	5.2	11.2	S/D	0.0	32.5	35.3	15.0

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL



INFORMACION PREPARADA PARA : MINERA SUYAMARCA SAC
LIMA , 31 DE MAYO DEL 2011

S/D= Sin Dato
7 = Traza



OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ESTACION : CHINCHAYLLAPA/157305 / DRE-06

PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

LAT. : 14° 55' "S"
LONG. : 72° 44' "W"
ALT. : 4100 msnm

DPTO. : AREQUIPA
PROV. : LA UNION
DIST. : HUAYNACOTAS

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1988	282.2	S/D	S/D	42.2	37.5	0.0	S/D	0.0	S/D	0.0	0.0	S/D



PROHIBIDA SU REPRODUCCION EN LA FISCALIA LOCAL



OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ESTACION : CHINCHAYLLAPA / 157305 / DRE-06

PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

DPTO. : AREQUIPA

PROV. : LA UNION

DIST. : HUAYNACOTAS

LAT. : 14° 55' "S"

LONG. : 72° 44' "W"

ALT. : 4100 msnm

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1990	0.0	17.5	208.0	107.3	S/D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1991	5.7	223.6	182.3	148.6	18.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992	8.2	14.2	12.4	30.1	0.4	9.7	7.1	46.3	7.6	74.3	2.6	69.6
1993	163.1	70.3	191.8	69.5	51.2	25.3	3.1	44.2	36.9	26.4	65.9	182.1
1994	398.9	317.1	174.0	16.3	9.2	5.7	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	46.5
1995	324.2	118.1	89.2	2.2	5.0	0.0	0.0	0.0	12.1	7.7	73.3	61.2
1996	187.3	299.6	86.1	120.8	24.6	2.8	0.0	26.0	40.8	9.2	14.3	58.1
1997	373.6	267.8	94.8	43.4	9.5	0.0	0.0	154.5	55.8	40.0	24.8	111.7
1998	354.8	187.0	123.7	12.7	0.0	7.3	0.0	10.3	0.0	28.9	45.4	214.3
1999	142.6	306.9	359.6	97.8	0.0	16.4	16.2	2.3	52.8	60.4	19.1	76.1
2000	264.6	145.2	99.7	87.0	S/D	S/D	0.5	16.8	2.6	67.7	18.2	81.6
2001	169.1	218.7	262.6	54.8	22.8	5.8	2.6	10.9	10.3	2.2	7.8	5.8
2002	84.6	202.6	221.7	58.6	0.0	3.3	35.3	6.6	0.0	12.5	51.1	84.2
2003	99.5	142.3	161.1	14.8	18.7	0.0	0.0	2.9	8.8	1.6	0.0	33.1
2004	127.3	122.6	92.3	8.2	0.0	4.3	15.3	6.0	6.5	0.0	2.4	63.4
2005	149.8	128.5	114.7	36.4	0.0	0.0	0.0	1.8	12.3	2.6	3.8	106.0
2006	118.7	181.9	329.9	10.6	S/D	3.1	0.0	0.7	7.7	23.7	59.1	33.5
2007	241.1	203.5	194.9	27.9	0.0	0.0	0.0	9.5	3.9	7.9	44.0	67.4

INFORMACION PREPARADA PARA : MINERA SUYAMARCA S.A.C.

LIMA, 31 DE MAYO DEL 2011

T = Traza PARCIAL O TOTAL



OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ESTACION : CHINCHAYLLAPA / 157305 / DRE-06

PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

LAT. : 14° 55' "S" DPTO. : AREQUIPA

LONG. : 72° 44' "W" PROV. : LA UNION

ALT. : 4100 msnm DIST. : HUAYNACOTAS

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2008	244.8	120.2	57.1	15.8	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	29.4	0.0	70.5
2009	174.2	285.6	108.9	19.7	0.0	0.0	15.1	0.0	16.2	21.7	29.3	21.4

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL





OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ESTACION : CHINCHAYLLAPA / 157305 / DRE-06

LAT. : 14° 55' "S" DPTO. AREQUIPA

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

PROV. LA UNION

ALT. 4100 msnm

DIST. HUAYNACOTAS

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1964	7.8	24.7	18.9	S/D	5.0	0.0	1.5	4.2	3.2	8.6	6.4	8.1
1965	20.0	17.0	7.3	8.3	2.3	0.0	3.1	17.0	7.2	8.4	3.2	12.7
1966	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	S/D	S/D	S/D	7.0	3.4
1967	8.2	11.8	18.9	18.6	6.2	0.2	5.2	2.9	9.6	16.1	4.0	7.6
1968	28.6	25.0	30.0	4.1	5.3	5.7	3.8	5.0	7.4	8.3	10.4	27.0
1969	15.0	12.7	19.3	16.1	5.3	0.0	7.0	5.0	7.7	4.7	18.6	14.2
1970	19.5	25.2	17.7	19.8	8.1	3.3	2.7	6.8	9.1	9.3	13.2	12.8
1971	50.0	15.6	13.5	10.6	7.0	3.1	0.0	3.2	0.0	5.1	5.3	22.3
1972	28.9	19.8	21.5	11.8	2.7	1.3	0.0	4.0	10.5	9.4	9.9	18.4
1973	18.8	14.1	19.0	10.0	7.1	0.0	3.1	9.9	12.9	4.0	9.1	20.0
1974	21.5	20.0	19.0	12.2	3.5	6.4	0.0	15.8	4.3	8.1	16.8	20.8
1975	18.8	16.2	18.2	9.2	8.6	4.3	0.0	0.0	5.5	11.2	5.1	11.8
1976	20.0	15.9	14.5	10.0	7.9	3.0	8.9	16.3	17.3	6.4	0.0	15.0
1977	9.4	23.0	21.1	5.0	0.0	0.0	9.5	0.0	9.7	8.6	0.0	0.0
1978	0.0	16.7	7.5	9.9	0.0	0.0	8.0	0.0	5.6	8.2	9.5	12.9
1979	9.6	24.4	25.8	12.7	0.0	9.4	4.7	0.0	7.0	11.9	0.0	8.0
1980	15.5	11.5	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	9.2	9.3	12.7
1981	19.7	17.4	16.9	15.1	0.0	0.0	0.0	20.0	5.4	5.2	9.8	19.0

S/D= Sin Dato

T = Traza

INFORMACION PREPARADA PARA : VECTOR PERU S.A.C.

LIMA., 28 DE MARZO DEL 2011

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL

ANEXO 2

UNIDADES Y SECTORES DE MUESTREO

Cuadro 1 Unidades de muestreo para la Evaluación Física y Biológica para el Traslado de Vegetación con Fines de Compensación Ambiental.

Región	Provincia	Distrito	Sector de Muestreo	Unidad de muestreo	Tipo de muestreo	Fecha	Coordenadas (UTM) WGS84		Altitud (m)	Descripción
							Este	Norte		
Ayacucho	Paucar del Sara Sara	Oyolo	Laguña	Hd-1	Hidrobiológico	11/11/2013	689832	8348159	4515 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Propuesta 1	Hd-2	Hidrobiológico	11/11/2013	688232	8347763	4405 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped ralo y seco
			Propuesta 2	Hd-3	Hidrobiológico	11/11/2013	688373	8348470	4447 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped seco
			Laguña	Ed-1	Edafológico	11/11/2013	689784	8348133	4514 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Ed-2	Edafológico	11/11/2013	689653	8348043	4507 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Propuesta 1	Ed-3	Edafológico	11/11/2013	688191	8347612	4405 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped ralo y seco
			Propuesta 2	Ed-4	Edafológico	11/11/2013	688279	8348486	4451 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped seco
			Laguña	Bof-1	Vegetación	11/11/2013	690028	8348625	4230 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-2	Vegetación	11/11/2013	690037	8348616	4248 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-3	Vegetación	11/11/2013	689952	8348534	4300 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-4	Vegetación	11/11/2013	689577	8348037	4500 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso

Región	Provincia	Distrito	Sector de Muestreo	Unidad de muestreo	Tipo de muestreo	Fecha	Coordenadas (UTM) WGS84		Altitud (m)	Descripción
							Este	Norte		
			Laguña	Bof-5	Vegetación	11/11/2013	689791	8348424	4461 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-6	Vegetación	11/11/2013	689775	8348400	4469 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-7	Vegetación	11/11/2013	689816	8348396	4480 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-8	Vegetación	11/11/2013	689823	8348408	4487 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-9	Vegetación	11/11/2013	689965	8348453	4495 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-10	Vegetación	11/11/2013	689966	8348458	4501 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-11	Vegetación	11/11/2013	690015	8348485	4523 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-12	Vegetación	11/11/2013	690025	8348494	4524 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-13	Vegetación	11/11/2013	690070	8348511	4529 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-14	Vegetación	11/11/2013	690050	8348497	4526 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-15	Vegetación	11/11/2013	689709	8348440	4503 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-16	Vegetación	12/11/2013	689710	8348439	4502 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-17	Vegetación	12/11/2013	689709	8348506	4211 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-18	Vegetación	12/11/2013	689734	8348540	4288 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-19	Vegetación	12/11/2013	689745	8348548	4370 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso

Región	Provincia	Distrito	Sector de Muestreo	Unidad de muestreo	Tipo de muestreo	Fecha	Coordenadas (UTM) WGS84		Altitud (m)	Descripción
							Este	Norte		
			Laguña	Bof-20	Vegetación	12/11/2013	689789	8348577	4454 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-21	Vegetación	12/11/2013	689562	8348436	4455 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-22	Vegetación	12/11/2013	689227	8348591	4446 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-23	Vegetación	12/11/2013	689256	8348556	4458 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-24	Vegetación	12/11/2013	689252	8348528	4459 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-25	Vegetación	12/11/2013	689301	8348537	4463 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Laguña	Bof-26	Vegetación	12/11/2013	689470	8348563	4470 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped denso
			Propuesta 1	Bof-27	Vegetación	12/11/2013	688696	8348423	4236 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped ralo y seco
			Propuesta 1	Bof-28	Vegetación	12/11/2013	689515	8348437	4478 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped ralo y seco
			Propuesta 2	Bof-29	Vegetación	12/11/2013	688591	8348824	4333 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped seco
			Propuesta 2	Bof-30	Vegetación	12/11/2013	688299	8348486	4450 m	Relieve semiplano y plano, vegetación a manera de césped seco

ANEXO 3
ESCALAS DE INTERPRETACIÓN – ANÁLISIS DE SUELOS

ANEXO 3

ESCALAS DE INTERPRETACIÓN PARA LA DESCRIPCIÓN DE SUELOS

Cuadro 1 Fragmentos muy gruesos.

Clase	Diámetro (cm)
Gravillas	0.2 – 2
Gravas	2 – 5
Gujarros	5 – 25
Piedras	Mayor de 25

Cuadro 2 Textura.

Términos Generales		
Suelos	Textura	Clase Textural
ARENOSOS	Gruesa	Arenosa (gruesa, media, fina y muy fina)
		Arena franca (gruesa, media, fina y muy fina)
FRANCOS	Moderadamente Gruesa	Franco arenosa
		Franca
	Media	Franco limosa
		Limosa
	Moderadamente Fina	Franco arcillosa
		Franco arcillo arenosa
ARCILLOSOS	Fina	Franco arcillo limosa
		Arcillo arenosa
		Arcillo limosa
		Arcillosa

Cuadro 3 Profundidad efectiva.

Término Descriptivo	Rango (cm)
Muy superficial	< de 25
Superficial	25 – 50
Moderadamente Profundo	50 – 100
Profundo	100 – 150
Muy profundo	> de 150

Cuadro 4 Reacción del suelo.

Término Descriptivo	Rango (pH)
Ultra ácida	< 3.5
Extremadamente ácida	3.5 – 4.4
Muy fuertemente ácida	4.5 – 5.0
Fuertemente ácida	5.1 – 5.5
Moderadamente ácida	5.6 – 6.0
Ligeramente ácida	6.1 – 6.5
Neutra	6.6 – 7.3
Ligeramente básica	7.4 – 7.8
Moderadamente básica	7.9 – 8.4
Fuertemente básica	8.5 – 9.0
Muy fuertemente básica	> 9.0

Cuadro 5 Conductividad eléctrica.

Nivel	dS/m
Muy ligeramente salino	< de 2
Ligeramente salino	2 – 4
Moderadamente salino	4 – 8
Fuertemente salino	> de 8

Cuadro 6 Calcáreo total.

Nivel	%
Bajo	< de 1%
Medio	1 – 5
Alto	5 – 15
Muy alto	> de 15

Cuadro 7 Materia orgánica.

Nivel	%
Bajo	< de 2
Medio	2 – 4
Alto	> de 4

Cuadro 8 Fósforo disponible.

Nivel	Ppm
Bajo	< de 7
Medio	7 – 14
Alto	> de 14

Cuadro 9 Potasio disponible.

Nivel	Ppm
Bajo	< de 100
Medio	100 – 240
Alto	> de 240

Cuadro 10 Capacidad de intercambio catiónico.

Nivel	me/100 g de suelo
Muy bajo	< de 5
Bajo	5 – 15
Medio	15 – 25
Alto	25 – 40
Muy alto	> de 40

Cuadro 11 Porcentaje de saturación de Bases.

Nivel	%
Bajo	< de 35
Medio	35 – 80
Alto	> de 80

ANEXO 4
CARACTERIZACIÓN EDAFOLÓGICA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : MINERA SUYAMARCA S.A.C.
 Departamento : AYACUCHO
 Distrito :
 Referencia : H.R. 42962-110C-13

Provincia : PARINACOCCHA
 Predio :
 Fecha : 29/11/13

Fact.: 25506

Lab	Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Cationes Bases	Suma de Bases	% Sat. De Bases	
	Claves								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺				Al ⁺³ + H ⁺
19833	SUE 1-1		4.07	0.74	0.00	5.76	13.2	383	56	28	16	Fr.A.	22.40	9.76	1.73	0.70	0.08	2.80	15.07	12.27	55
19834	SUE 1-2		5.29	0.22	0.00	1.28	6.2	82	67	20	13	Fr.A.	20.80	13.30	2.30	0.26	0.08	0.10	16.03	15.93	77
19835	SUE 1-3		6.21	0.24	0.00	0.33	7.3	66	67	26	7	Fr.A.	18.08	13.10	2.25	0.18	0.07	0.00	15.60	15.60	86
19836	SUE 1-4		4.49	0.24	0.00	1.98	4.8	86	45	36	19	Fr.	24.00	11.10	1.90	0.26	0.10	2.50	15.87	13.37	56
19837	SUE 2-1		4.65	0.74	0.00	40.24	18.0	441	Suelo Orgánico			57.12	20.30	3.55	0.88	0.21	1.00	25.94	24.94	44	
19838	SUE 2-2		4.70	0.20	0.00	3.38	3.2	78	59	26	15	Fr.A.	29.92	14.30	2.68	0.32	0.10	0.40	17.81	17.41	58
19839	SUE 2-3		4.45	0.18	0.00	3.41	3.6	68	45	36	19	Fr.	30.08	12.70	2.33	0.23	0.10	1.80	17.16	15.36	51
19840	SUE 3-1		5.87	0.14	0.00	1.59	2.3	411	77	16	7	Fr.A.	21.76	16.70	2.12	0.87	0.09	0.10	19.87	19.77	91
19841	SUE 3-2		6.47	0.21	0.00	2.80	3.9	197	61	28	11	Fr.A.	27.20	24.53	2.10	0.46	0.10	0.00	27.20	27.20	100
19842	SUE 3-3		6.76	0.18	0.00	1.12	5.5	183	59	28	13	Fr.A.	24.32	21.94	1.85	0.42	0.11	0.00	24.32	24.32	100
19843	SUE 3-4		4.86	0.60	0.00	3.01	5.0	219	29	28	43	Ar.	33.60	16.20	1.58	0.39	0.10	0.20	18.48	18.28	54

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcilloso Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcilloso Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Dr. Sady García Bendezur
 Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : MINERA SUYAMARCA S.A.C.

Departamento : AYACUCHO

Distrito : H.R. 42962-110C-13

Referencia : Fact.: 25506

Provincia : PARINACOCCHA

Predio :

Fecha : 29/11/13

Lab	Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico		Clase	CIC	Cationes Cambiables meq/100g					Suma de Bases	Suma de Cationes	% Sat. De Bases
	Claves								Arena %	Limo %			Arcilla %	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺			
19844	SUE 4-1		4.49	0.08	0.00	3.78	219	49	38	13	Fr.	30.40	10.10	2.40	0.57	0.10	4.10	17.26	13.16	43
19845	SUE 4-2		5.04	0.06	0.00	0.89	223	61	24	15	Fr.A.	30.40	17.80	5.83	0.56	0.09	0.80	25.08	24.28	80
19846	SUE 4-3		6.00	0.12	0.00	0.69	345	35	32	33	Fr.Ar.	31.20	17.60	5.35	0.58	0.14	0.00	23.67	23.67	76

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Dr. Sady García Bendezu
Jefe del Laboratorio

ANEXO 5
REGISTRO DE MUESTREO – VEGETACIÓN

ANEXO 5
RESULTADOS DE MUESTREO DE VEGETACIÓN

Cuadro 1 Base de datos para las unidades de muestreo de vegetación (Parte 1)

N	Subformación vegetal				Bofedal (BOF)														
	Clase	Familia	Especie	Hábit	Bof-	Bof-	Bof-	Bof-	Bof-	Bof-	Bof-	Bof-	Bof-	Bof-	Bof-	Bof-	Bof-	Bof-	Bof-
1	Liliopsida	Cyperaceae	<i>Phylloscirpus acaulis</i>	Hierba	1	0,5	7	7	10	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Liliopsida	Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i>	Hierba	22	0,5	50	0	18	4	45	0	55	0	0	0	20	8	8
3	Liliopsida	Juncaceae	<i>Oxychloe andina</i>	Hierba	0	0	0	38	0	58	0	55	0	75	62	64	0	4	4
4	Liliopsida	Orchidaceae	<i>Myrosmodon nubigenum</i>	Hierba	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Liliopsida	Poaceae	<i>Actiache acicularis</i>	Hierba	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1
6	Liliopsida	Poaceae	<i>Calamagrostis jamesonii</i>	Hierba	4	17	4	3	12	7	1	0	3	0	0	0	18	18	
7	Liliopsida	Poaceae	<i>Calamagrostis vicunarium</i>	Hierba	16	10	6	20	18	18	20	10	0	0	20	18	0	0	0
8	Liliopsida	Poaceae	<i>Festuca orthophylla</i>	Hierba	6	23	2	0	4	0	18	0	0	0	0	0	10	12	12
9	Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Azorella diapiensioides*</i>	Hierba	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Lilaeopsis macloviana</i>	Hierba	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0
11	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Baccharis caespitosa*</i>	Arbusto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Belloa schultzii*</i>	Hierba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	Hierba	0,1	0	2	3	3	0	5	0	4	0	0	0	0	3	3
14	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Parastrephia lepidophylla*</i>	Arbusto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Werneria pygmaea</i>	Hierba	1	0	0	0	11	0	0	0	4	0	0	0	0	12	12

No	Subformación vegetal			Bofedal (BOF)								Césped de arroyo (CEA)							
	Clase	Familia	Especie	Hábito	Bof-	Bof-	Bof-	Bof-	Bof-	Bof-	Bof-								
19	Magnoliopsida	Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i>	Hierba	0	0	0	1	1	1	1	0	0,5	0	0	0	0	0	
20	Magnoliopsida	Geraniaceae	<i>Geranium sessiliflorum</i>	Hierba	0	0	0	1	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	
21	Magnoliopsida	Plantaginaceae	<i>Plantago tubulosa</i>	Hierba	0	0	0	0	0	0	6	3	0	0	0	0	0	0	
22	Magnoliopsida	Rosaceae	<i>Lachemilla diplophylla</i>	Hierba	0	0	0	15	0	0	0	7	0	0	0	10	0	0	
23	Magnoliopsida	Rosaceae	<i>Lachemilla pinnata</i>	Hierba	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
% Suelo descubierto					0	16	45	3	2	2	6	16	32	14,7	21	45	19,5	19	
% Cobertura orgánica					10	5	0	18	15	13	6	19	6	20	20	0	35	30	
% Briófitos y líquenes					0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	
% Rocas y pedregales					0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	
TOTAL					100	100	100	100	100	100	100								

* Especies características de suelos secos distintos a bofedales.

Cuadro 3 Promedio de especies para las subformaciones vegetales del Área de estudio.

Clase	Familia	Especie	Hábito	BOF	CEA
Liliopsida	Cyperaceae	<i>Phylloscirpus acaulis</i>	Hierba	2,50	3,57
Liliopsida	Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i>	Hierba	20,37	1,43
Liliopsida	Juncaceae	<i>Oxychloe andina</i>	Hierba	24,22	0,00
Liliopsida	Orchidaceae	<i>Myrosmodon nubigena</i>	Hierba	0,00	0,00
Liliopsida	Poaceae	<i>Aciachne acicularis</i>	Hierba	0,35	8,43
Liliopsida	Poaceae	<i>Calamagrostis jamesonii</i>	Hierba	5,17	3,57
Liliopsida	Poaceae	<i>Calamagrostis vicunarium</i>	Hierba	9,78	17,14
Liliopsida	Poaceae	<i>Festuca ortophylla</i>	Hierba	4,74	12,57

Clase	Familia	Especie	Hábito	BOF	CEA
Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Azorella diapensioides</i> *	Hierba	0,02	0,14
Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Lilaeopsis macloviana</i>	Hierba	1,87	0,00
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Baccharis caespitosa</i> *	Arbusto	0,00	0,09
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Belloa schultzei</i> *	Hierba	0,00	0,09
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	Hierba	1,13	2,57
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Parastrephia lepidophylla</i> *	Arbusto	0,00	0,09
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Werneria pygmaea</i>	Hierba	2,57	3,43
Magnoliopsida	Caprifoliaceae	<i>Valeriana sp.</i>	Hierba	0,00	0,00
Magnoliopsida	Caryophyllaceae	<i>Pycnophyllum britoides</i> *	Hierba	0,00	0,07
Magnoliopsida	Caryophyllaceae	<i>Pycnophyllum molle</i> *	Hierba	0,00	0,07
Magnoliopsida	Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i>	Hierba	0,37	0,07
Magnoliopsida	Geraniaceae	<i>Geranium sessiliflorum</i>	Hierba	0,10	0,07
Magnoliopsida	Plantaginaceae	<i>Plantago tubulosa</i>	Hierba	0,43	0,43
Magnoliopsida	Rosaceae	<i>Lachemilla diplophylla</i>	Hierba	5,52	2,43
Magnoliopsida	Rosaceae	<i>Lachemilla pinnata</i>	Hierba	0,70	0,29
% Suelo descubierto				7,70	23,89
% Cobertura orgánica				11,52	18,57
% Briófitos y líquenes				0,63	0,14
% Rocas y pedregales				0,30	0,86
% Cobertura vegetal				79,85	56,54
% Suelo sin cobertura				20,15	43,46
Riqueza (S)				16	19
Índice Shannon-Weaver - H'(log2)				2,88	2,90
Índice Simpson - 1-Lambda				0,81	0,82

Cuadro 4 Promedio de especies para los sectores de estudio del Área de estudio

Clase	Familia	Especie	Hábito	Laguña	Propuesta 1	Propuesta 2
Liliopsida	Cyperaceae	<i>Phylloscirpus acaulis</i>	Hierba	2,33	11,00	0,00
Liliopsida	Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i>	Hierba	18,40	0,00	0,00
Liliopsida	Juncaceae	<i>Oxychloe andina</i>	Hierba	21,42	0,00	0,00
Liliopsida	Orchidaceae	<i>Myrosmodes nubigenum</i>	Hierba	0,00	0,00	0,00
Liliopsida	Poaceae	<i>Aciachne acicularis</i>	Hierba	1,62	7,50	5,00
Liliopsida	Poaceae	<i>Calamagrostis jamesonii</i>	Hierba	4,58	12,50	0,00
Liliopsida	Poaceae	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	Hierba	10,38	0,00	37,50
Liliopsida	Poaceae	<i>Festuca ortophylla</i>	Hierba	7,19	0,00	5,00
Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Azorella diapienoides*</i>	Hierba	0,02	0,50	0,00
Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Lilaeopsis macloviana</i>	Hierba	1,65	0,00	0,00
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Baccharis caespitosa*</i>	Arbusto	0,00	0,00	0,25
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Belloa schultzii*</i>	Hierba	0,00	0,25	0,00
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	Hierba	1,00	9,00	0,00
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Parastrephia lepidophylla*</i>	Arbusto	0,00	0,00	0,25
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Werneria pygmaea</i>	Hierba	2,35	11,00	0,00
Magnoliopsida	Caprifoliaceae	<i>Valeriana sp.</i>	Hierba	0,00	0,00	0,00
Magnoliopsida	Caryophyllaceae	<i>Pycnophyllum brioides*</i>	Hierba	0,00	0,25	0,00
Magnoliopsida	Caryophyllaceae	<i>Pycnophyllum molle*</i>	Hierba	0,00	0,00	0,25
Magnoliopsida	Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i>	Hierba	0,35	0,00	0,00
Magnoliopsida	Geraniaceae	<i>Geranium sessiliflorum</i>	Hierba	0,10	0,00	0,00
Magnoliopsida	Plantaginaceae	<i>Plantago tubulosa</i>	Hierba	0,50	0,00	0,00
Magnoliopsida	Rosaceae	<i>Lachemilla diplophylla</i>	Hierba	5,15	5,00	0,00
Magnoliopsida	Rosaceae	<i>Lachemilla pinnata</i>	Hierba	0,69	0,00	0,00
% Suelo descubierto				9,22	33,00	19,25
% Cobertura orgánica				11,92	10,00	32,50
% Briófitos y líquenes				0,60	0,00	0,00
% Rocas y pedregales				0,50	0,00	0,00

ANEXO 6
REGISTRO DE MUESTREO – AGROSTOLOGÍA

ANEXO 6

REGISTRO DE MUESTREO - AGROSTOLOGÍA

Cuadro 1 Base de datos para las unidades de muestreo de Agrostología (Parte 1).

Especie	Asociación vegetal			Césped de arroyo (CEA)				Lachemillo - Calamagrostietum II (LA-CA)								Distichetum (DIS)							
	Ovino	Vacuno	Alpaca	Bof-27	Bof-28	Bof-2	Bof-1	Bof-6	Bof-22	Bof-16	Bof-17	Bof-14	Bof-10	Bof-26	Bof-19	Bof-4	Bof-8						
<i>Distichia muscoides</i>	Acrecente	Acrecente	Decrecente	0	0	0,5	22	18	8	8	8	20	55	65	45	50	45						
<i>Calamagrostis vicumarum</i>	Acrecente	Acrecente	Acrecente	0	0	10	16	18	6	0	0	0	0	0	10	6	20						
<i>Calamagrostis jamesonii</i>	Acrecente	Acrecente	Acrecente	25	0	17	4	12	8	18	18	0	3	8	5	4	1						
<i>Plantago tubulosa</i>	Acrecente	Acrecente	Acrecente	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0						
<i>Phylloscirpus acaulis</i>	Acrecente	Acrecente	Acrecente	12	10	0,5	1	10	25	0	0	0	0	0	0	7	1						
<i>Geranium sessiliflorum</i>	Acrecente	Acrecente	Acrecente	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0						
<i>Lachemilla pinnata</i>	Decrecente	Acrecente	Decrecente	0	0	5	3	3	0	0	0	0	5	0	0	0	0						
<i>Lachemilla diplophylla</i>	Decrecente	Acrecente	Decrecente	0	10	16	25	3	15	22	22	0	18	0	0	6	0						
<i>Myrosmodes nubigena</i>	Decrecente	Decrecente	Decrecente	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	Decrecente	Decrecente	Decrecente	8	10	0	0,1	3	0	3	3	0	4	3	0	2	5						
<i>Werneria pygmaea</i>	Decrecente	Decrecente	Decrecente	12	10	0	1	11	0	12	12	0	4	3	15	0	0						
<i>Lilaeopsis macloviana</i>	Decrecente	Decrecente	Decrecente	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	10	3	0						
<i>Gentiana sedifolia</i>	Decrecente	Decrecente	Decrecente	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0						
<i>Oxychloe andina</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0	0	0	0	0	12	4	4	0	0	0	0	0	0						
<i>Festuca orthophylla</i>	Indeseable	Acrecente	Acrecente	0	0	23	6	4	5	12	12	10	0	0	5	2	18						
<i>Azorella diapiensioides</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	1	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						

Cuadro 2 Base de datos para las unidades de muestreo de Agrostología. (Parte 2).

Asociación vegetal			Distichio – Oxychloetum (DJS-OXY)					Oxychloetum (OXY)										Calamagrostis II – festuclietum (CAL-FES)				
Espece	Ovino	Vacuno	Alpaca	Bof-23	Bof-24	Bof-25	Bof-5	Bof-7	Bof-11	Bof-20	Bof-21	Bof-9	Bof-12	Bof-13	Bof-29	Bof-3	Bof-15	Bof-18	Bof-30			
<i>Distichia muscoides</i>	Acrecente	Acrecente	Decrecente	40	40	40	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0			
<i>Calamagrostis vicinarum</i>	Acrecente	Acrecente	Acrecente	2	5	6	20	18	0	10	30	10	20	18	45	15	15	15	30			
<i>Calamagrostis jamesonii</i>	Acrecente	Acrecente	Acrecente	3	4	4	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Plantago tubulosa</i>	Acrecente	Acrecente	Acrecente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0			
<i>Phylloscirpus acaulis</i>	Acrecente	Acrecente	Acrecente	0	0	0	7	6	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0			
<i>Geranium sessiliflorum</i>	Acrecente	Acrecente	Acrecente	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0			
<i>Lachemilla pinnata</i>	Decrecente	Acrecente	Decrecente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0			
<i>Lachemilla diplophylla</i>	Decrecente	Acrecente	Decrecente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0			
<i>Myrosmodos nubigena</i>	Decrecente	Decrecente	Decrecente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	Decrecente	Decrecente	Decrecente	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Werneria pygmaea</i>	Decrecente	Decrecente	Decrecente	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0			
<i>Lilaeopsis macloviana</i>	Decrecente	Decrecente	Decrecente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Gentiana sedifolia</i>	Decrecente	Decrecente	Decrecente	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0			
<i>Oxychloe andina</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	35	35	35	38	58	75	55	25	55	62	64	0	0	0	0	0			
<i>Festuca ortophylla</i>	Indeseable	Acrecente	Acrecente	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	13	30	35	10			
<i>Azorella diapiensioides</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Valeriana sp.</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Actaehne acicularis</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	13	6	15	10			
<i>Pycnophyllum britoide</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Pycnophyllum molle</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0			

Asociación vegetal				Distichio – Oxychloetum (DIS-OXY)					Oxychloetum (OXY)							Calamagrostis II – festuclietum (CAL-FES)				
Espece	Ovino	Vacuno	Alpaca	Bof-23	Bof-24	Bof-25	Bof-5	Bof-7	Bof-11	Bof-20	Bof-21	Bof-9	Bof-12	Bof-13	Bof-29	Bof-3	Bof-15	Bof-18	Bof-30	
<i>Baccharis caespitosa</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
<i>Parastrephia lepidophylla</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
<i>Belloa schultzei</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Suelo descubierto				2	2	2	3	0	10	16	45	10	8	12	19,5	16	32	14,7	19	
% Cobertura orgánica				15	13	12	25	2	15	5	0	25	10	6	35	19	6	20	30	
% Briófitos y líquenes				0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
% Rocas y pedregales				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	
TOTAL				100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Cuadro 3 Palatabilidad de las especies vegetales y su promedio de cobertura para las Asociaciones agrostológicas del Área de estudio.

Espece	Ovino	Vacuno	Alpaca	CEA	LA-CA	DIS	DIS-OXY	OXY	CAL-FES
<i>Calamagrostis vicumarum</i>	Acrescente	Acrescente	Acrescente	0,00	8,33	6,00	4,33	15,75	24,00
<i>Calamagrostis jamesonii</i>	Acrescente	Acrescente	Acrescente	12,50	12,83	3,50	3,67	1,25	0,00
<i>Plantago tubulosa</i>	Acrescente	Acrescente	Acrescente	0,00	0,67	1,00	0,00	0,00	0,60
<i>Phylloscirpus acutis</i>	Acrescente	Acrescente	Acrescente	11,00	6,08	1,33	0,00	1,63	0,60
<i>Geranium sessiliflorum</i>	Acrescente	Acrescente	Acrescente	0,00	0,03	0,17	0,33	0,00	0,10
<i>Festuca orthophylla</i>	Indeseable	Acrescente	Acrescente	0,00	10,33	5,83	0,00	1,50	17,60
<i>Distichia muscoides</i>	Acrescente	Acrescente	Decrecente	0,00	10,75	46,67	40,00	0,50	2,00
<i>Lachemilla pinnata</i>	Decrecente	Acrescente	Decrecente	0,00	1,83	0,83	0,00	0,00	0,40
<i>Lachemilla diplophylla</i>	Decrecente	Acrescente	Decrecente	5,00	17,17	4,00	0,00	0,00	1,40
<i>Myrosmodon nubigena</i>	Decrecente	Decrecente	Decrecente	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	Decrecente	Decrecente	Decrecente	9,00	1,52	2,33	0,00	0,38	0,00

Especie	Ovino	Vacuno	Alpaca	CEA	LA-CA	DIS	DIS-OXY	OXY	CAL-FES
<i>Werneria pygmaea</i>	Decrecente	Decrecente	Decrecente	11,00	6,00	3,67	0,33	0,00	0,40
<i>Lilaeopsis macloviana</i>	Decrecente	Decrecente	Decrecente	0,00	0,00	7,17	0,00	0,00	0,00
<i>Gentiana sedifolia</i>	Decrecente	Decrecente	Decrecente	0,00	0,08	0,83	1,00	0,00	0,10
<i>Oxychloe andina</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0,00	3,33	0,00	35,00	54,00	0,00
<i>Azorella diapensioides</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0,50	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Valeriana sp.</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Actiache acicularis</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	7,50	0,50	0,00	0,00	0,63	8,80
<i>Pycnophyllum brioides</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pycnophyllum molle</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
<i>Baccharis caespitosa</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12
<i>Parastrephia leptophylla</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12
<i>Belloa schultzei</i>	Indeseable	Indeseable	Indeseable	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
DRP				43,00	20,42	16,67	15,33	24,38	43,64
Índice DRP				11,40	15,92	16,67	16,93	15,13	11,27

Cuadro 4 Palatabilidad de las especies vegetales respecto al ganado ovino e índices de la condición del estado de los pastos del Área de estudio.

Especie	Ovino	CEA	LA-CA	DIS	DIS-OXY	OXY	CAL-FES
<i>Distichia muscoides</i>	Acrecente	0,00	2,15	9,33	8,00	0,10	0,40
<i>Calamagrostis vicunarium</i>	Acrecente	0,00	1,67	1,20	0,87	3,15	4,80
<i>Calamagrostis jamesonii</i>	Acrecente	2,50	2,57	0,70	0,73	0,25	0,00
<i>Plantago tubulosa</i>	Acrecente	0,00	0,13	0,20	0,00	0,00	0,12
<i>Phylloscirpus acaulis</i>	Acrecente	2,20	1,22	0,27	0,00	0,33	0,12
<i>Geranium sessiliflorum</i>	Acrecente	0,00	0,01	0,03	0,07	0,00	0,02
<i>Lachemilla pinnata</i>	Decrecente	0,00	0,92	0,42	0,00	0,00	0,20
<i>Lachemilla diplophylla</i>	Decrecente	2,50	8,58	2,00	0,00	0,00	0,70

Especie	Ovino	CEA	LA-CA	DIS	DIS-OXY	OXY	CAL-FES
<i>Myrosmodos nubigena</i>	Decrecente	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	Decrecente	4,50	0,76	1,17	0,00	0,19	0,00
<i>Werneria pygmaea</i>	Decrecente	5,50	3,00	1,83	0,17	0,00	0,20
<i>Lilaeopsis macloviana</i>	Decrecente	0,00	0,00	3,58	0,00	0,00	0,00
<i>Gentiana sedifolia</i>	Decrecente	0,00	0,04	0,42	0,50	0,00	0,05
Decrecente		12,50	13,31	9,42	0,67	0,19	1,15
<i>Acrescente</i>		4,70	7,74	11,73	9,67	3,83	5,46
Indice DRP		11,40	15,92	16,67	16,93	15,13	11,27
<i>Vigor</i>		4,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00
TOTAL		32,60	40,97	42,82	32,27	24,14	22,88

Cuadro 5 Palatabilidad de las especies vegetales respecto al ganado vacuno e índices de la condición del estado de los pastos del Área de estudio.

Especie	Vacuno	CEA	LA-CA	DIS	DIS-OXY	OXY	CAL-FES
<i>Distichia muscoides</i>	Acrescente	0,00	2,15	9,33	8,00	0,10	0,40
<i>Calamagrostis vicinarum</i>	Acrescente	0,00	1,67	1,20	0,87	3,15	4,80
<i>Calamagrostis jamesonii</i>	Acrescente	2,50	2,57	0,70	0,73	0,25	0,00
<i>Plantago tubulosa</i>	Acrescente	0,00	0,13	0,20	0,00	0,00	0,12
<i>Phylloscirpus acaulis</i>	Acrescente	2,20	1,22	0,27	0,00	0,33	0,12
<i>Geranium sessiliflorum</i>	Acrescente	0,00	0,01	0,03	0,07	0,00	0,02
<i>Lachemilla pinnata</i>	Acrescente	0,00	0,37	0,17	0,00	0,00	0,08
<i>Lachemilla diplophylla</i>	Acrescente	1,00	3,43	0,80	0,00	0,00	0,28
<i>Festuca orthophylla</i>	Acrescente	0,00	2,07	1,17	0,00	0,30	3,52
<i>Myrosmodos nubigena</i>	Decrecente	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	Decrecente	4,50	0,76	1,17	0,00	0,19	0,00

Especie	Vacuno	CEA	LA-CA	DIS	DIS-OXY	OXY	CAL-FES
<i>Werneria pygmaea</i>	<i>Decreciente</i>	5,50	3,00	1,83	0,17	0,00	0,20
<i>Lilaeopsis macloviana</i>	<i>Decreciente</i>	0,00	0,00	3,58	0,00	0,00	0,00
<i>Gentiana sedifolia</i>	<i>Decreciente</i>	0,00	0,04	0,42	0,50	0,00	0,05
Decreciente		10,00	3,81	7,00	0,67	0,19	0,25
<i>Acrecente</i>		5,70	13,61	13,87	9,67	4,13	9,34
Índice DRP		11,40	15,92	16,67	16,93	15,13	11,27
<i>Vigor</i>		4,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00
TOTAL		31,10	37,33	42,53	32,27	24,44	25,86

Cuadro 6 Palatabilidad de las especies vegetales respecto a las alpacas e índices de la condición del estado de los pastos del Área de estudio.

Especie	Alpaca	CEA	LA-CA	DIS	DIS-OXY	OXY	CAL-FES
<i>Calamagrostis vicunarium</i>	Acrecente	0,00	1,67	1,20	0,87	3,15	4,80
<i>Calamagrostis jamesonii</i>	Acrecente	2,50	2,57	0,70	0,73	0,25	0,00
<i>Plantago tubulosa</i>	Acrecente	0,00	0,13	0,20	0,00	0,00	0,12
<i>Phylloscirpus acaulis</i>	Acrecente	2,20	1,22	0,27	0,00	0,33	0,12
<i>Geranium sessiliflorum</i>	Acrecente	0,00	0,01	0,03	0,07	0,00	0,02
<i>Festuca orthophylla</i>	Acrecente	0,00	2,07	1,17	0,00	0,30	3,52
<i>Distichia muscoides</i>	Decrecente	0,00	5,38	23,33	20,00	0,25	1,00
<i>Lachemilla pinnata</i>	Decrecente	0,00	0,92	0,42	0,00	0,00	0,20
<i>Lachemilla diplophylla</i>	Decrecente	2,50	8,58	2,00	0,00	0,00	0,70
<i>Myrosmodes nubigena</i>	Decrecente	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	Decrecente	4,50	0,76	1,17	0,00	0,19	0,00
<i>Werneria pygmaea</i>	Decrecente	5,50	3,00	1,83	0,17	0,00	0,20
<i>Lilaeopsis macloviana</i>	Decrecente	0,00	0,00	3,58	0,00	0,00	0,00
<i>Gentiana sedifolia</i>	Decrecente	0,00	0,04	0,42	0,50	0,00	0,05
Decrecente		12,50	18,68	32,75	20,67	0,44	2,15
Acrecente		4,70	7,66	3,57	1,67	4,03	8,58
Índice DRP		11,40	15,92	16,67	16,93	15,13	11,27
Vigor		4,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00
TOTAL		32,60	46,26	57,98	44,27	24,59	27,00

ANEXO 7
REGISTRO DE ESPECIES – HIDROBIOLOGÍA

ANEXO 7

REGISTRO DE ESPECIES – HIDROBIOLOGÍA

Cuadro 1 Registro de especies de fitoplancton registradas en las estaciones de muestreo.

Nro	División	Clase	Familia	Género y/o especie	Resultados Cél/mL			
					Hd 1	Hd 2	Hd 3	TOTAL
1	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp,	0	0	1	1
2	Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnamataceae	<i>Mougeotia</i> sp,	1	0	0	1
3	Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnamataceae	<i>Zygnema</i> sp,	16	0	0	16
4	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophoraceae	<i>Klebsormidium</i> sp,	0	23	0	23
5	Chlorophyta	Chlorophyceae	Characiaceae	<i>Schroederia</i> sp,	0	0	1	1
6	Chlorophyta	Chlorophyceae	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> sp,	0	0	4	4
7	Chlorophyta	Chlorophyceae	Selenastraceae	<i>Monoraphidium</i> sp,	3	0	1	4
8	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcaceae	<i>Chroococcus</i> sp,	6	0	0	6
9	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp,	77	0	0	77
10	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocaceae	ND	0	0	56	56
11	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena</i> sp,	32	0	31	63
12	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Achnanthesiaceae	<i>Achnanthes</i> sp,	4	0	0	4
13	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp,	1	0	0	1
14	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariaceae	<i>Denticula</i> sp,	1	0	0	1
15	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp,	22	6	2	30
16	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp,	12	0	1	13
17	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp,	1	0	0	1

Nro	División	Clase	Familia	Género y/o especie	Resultados Cél/mL			
					Hd 1	Hd 2	Hd 3	TOTAL
18	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp,	1	0	1	2
19	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp,	0	0	4	4
20	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia borealis</i>	1	0	0	1
21	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp,	14	0	0	14
22	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia</i> sp,	0	0	2	2
23	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp,	0	1	1	2
24	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragillariaceae	<i>Hannaea arcus</i>	6	0	0	6
25	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragillariaceae	<i>Synedra</i> sp,	1	2	0	3
Número de especies (S)					17	4	12	25
Número de Individuos (N)					199	32	105	336
Índice Shannon Weaver log 2(H')					2,889	1,202	1,964	3,408
Índice Simpson (1-D)					0,795	0,443	0,624	0,865
Índice Margalef					3,023	0,866	2,364	4,126
Índice Pílou (J)					0,707	0,601	0,548	0,734

Cuadro 2 Registro de especies de Zooplankton registradas en las estaciones de muestreo.

Nro	División	Clase	Familia	Género y/o especie	Resultados Cél/mL			TOTAL
					Hd 1	Hd 2	Hd 3	
1	Cercozoa	Imbricatea	Euglyphidae	<i>Euglypha</i> sp.	1	0	0	1
2	Tardigrada	Nd	Nd	Sp1	1	0	0	1
3	Rotifera	Eurotatoria	Lepadellidae	<i>Colurella</i> sp.	0	1	2	3
4	Rotifera	Eurotatoria	Lecanidae	<i>Lecane</i> sp.	1	0	0	1
5	Rotifera	Eurotatoria	Notommatidae	<i>Cephalodella</i> sp.	0	1	0	1
6	Rotifera	Eurotatoria	Philodinidae	Sp2	0	0	2	2
7	Arthropoda	Copepoda	Nd	larva nauplio	1	0	0	1
8	Nematoda	Larva de Nematoda			1	0	0	1
Número de especies (S)					5	2	2	8
Número de Individuos (N)					5	2	4	11
Índice Shannon Weaver log 2(H')					2,32	1,00	1,00	2,85
Índice Simpson (1-D)					0,80	0,50	0,50	0,84
Índice Margalef					2,49	1,44	0,72	2,92
Índice Pílou (J)					1,00	1,00	1,00	0,95

Cuadro 3 Registro de especies de Bentos registradas en las estaciones de muestreo.

Nro	División	Clase	Orden	Familia	Género y/o especie	Resultados Cél/mL			
						Hd 1	Hd 2	Hd 3	TOTAL
1	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	ND	8			8
2	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	ND	9			9
3	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	ND	7	15	16	38
4	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	PUPA DE CHIRONOMIDAE	2			2
5	Arthropoda	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	ND		1		1
6	Arthropoda	Insecta	Diptera	Muscidae	<i>Limnophora</i> sp.		2		2
7	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	ND	3		52	55
8	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cyloepus</i> sp.			2	2
9	Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae	ND			1	1
10	Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae	<i>Chelifera</i> sp.			4	4
11	Annelida	Oligochaeta		Nd	ND	5			5
12	Annelida	Clitellata	Hirudinea	Glossiphoniidae	<i>Helobdella</i> sp.	1			1
Número de especies (S)						7	3	5	12
Número de Individuos (N)						35	18	75	128
Índice Shannon Weaver $\log 2(H')$						2,542	0,803	1,290	2,347
Índice Simpson (1-D)						0,810	0,290	0,470	0,715
Índice Margalef						1,688	0,692	0,927	2,267
Índice Pílou (J)						0,906	0,507	0,556	0,655

Cuadro 4 Registro de especies de Peryfiton registradas en las estaciones de muestreo.

Nro	División	Clase	Familia	Género y/o especie	Resultados Cél/mL			
					Hd 1	Hd 2	Hd 3	TOTAL
1	Charophyta	Conjugatophyceae	Closteriaceae	<i>Closterium</i> sp,	8			8
2	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp,	48			48
3	Charophyta	Conjugatophyceae	Mesotaeniaceae	<i>Cylindrocystis</i> sp,	52			52
4	Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnamataceae	<i>Mougeotia</i> sp,	72			72
5	Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnamataceae	<i>Spirogyra</i> sp,	40			40
6	Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnamataceae	<i>Zygnema</i> sp,	272			272
7	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium</i> sp,	200		205752	205952
8	Chlorophyta	Chlorophyceae	Cylindrocapsaceae	<i>Cylindrocapsa</i> sp,	52	130		182
9	Chlorophyta	Chlorophyceae	Microsporaceae	<i>Microspora</i> sp,	284			284
10	Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp,	104	38		142
11	Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i> sp,	124			124
12	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp,	10142	104		10246
13	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocaceae	<i>Cylindrospermum</i> sp,	500			500
14	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp,		616		616
15	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Phormidiaceae	<i>Phormidium</i> sp,	208		220	428
16	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Pseudanabaenaceae	<i>Leptolyngbya</i> sp,			616	616
17	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp,	32	2		34
18	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp,	24	4		28
19	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp,	8		4	12
20	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp,	16	4		20
21	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Neidaceae	<i>Neidium</i> sp,	20			20
22	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia borealis</i>	12			12
23	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp,	4			4

Nro	División	Clase	Familia	Género y/o especie	Resultados Cél/mL			
					Hd 1	Hd 2	Hd 3	TOTAL
24	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia curvata</i>			4	4
25	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Surirellaceae	<i>Surirella angusta</i>	8			8
26	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Surirellaceae	<i>Hantzschia</i> sp,		4	10	14
27	Ochrophyta	Coccinodiscophyceae	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i> sp,	4			4
28	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i> sp,	180			180
29	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragilariaceae	<i>Synedra goulardii</i>		2		2
30	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp,	4		4	8
31	Rotifera	Eurotaoria	Philodinidae	ND			4	4
Número de especies (S)					25	9	8	31
Número de Individuos (N)					12418	904	206614	219936
Índice Shannon Weaver log 2(H')					1,353	1,473	0,043	0,457
Índice Simpson (1-D)					0,329	0,500	0,008	0,121
Índice Margalef					2,546	1,175	0,572	2,439
Índice Pielou (J)					0,291	0,465	0,014	0,009