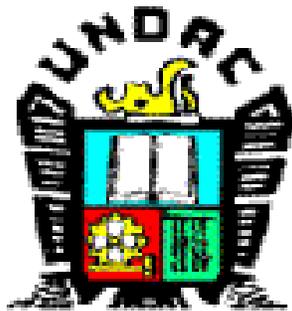


**UNIVERSIDAD NACIONAL “DANIEL ALCIDES CARRION”
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE
INGENIERIA AMBIENTAL**



**“EVALUACION DE ADAPTABILIDAD DE ESPECIES
VEGETALES NATIVAS EN MEDIOS NO SATURADOS CON
PRESENCIA DE RELAVES ALTAMENTE SULFURADOS
PROVENIENTES DE LA RELAVERA DE QUIULACOCHA
EN PRUEBAS A ESCALA PILOTO A CARGO DE LA
EMPRESA ACTIVOS MINEROS SAC”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

PRESENTADO POR:

Bachiller: BARZOLA URETA, Elizabeth Rolaura

CERRO DE PASCO, 2018

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a DIOS por darme siempre las fuerzas para continuar en lo adverso, por guiarme en el sendero de lo sensato y darme sabiduría en las situaciones difíciles. A mi padre, hermanos, docentes y personas que en el camino conocí que siempre estuvieron conmigo apoyándome incondicionalmente en todo momento forjando conocimiento y valores para poder hacer en mí un gran profesional.

RESUMEN

La remediación de Pasivos Ambientales Mineros (PAM) es una problemática mundial en todos los países donde se ha desarrollado la minería, puesto que la falta de tecnología ambiental, inadecuado manejo operativo y débil normativa ambiental en el pasado, han generado por muchos años repercusiones que afectan el ecosistema y la salud de las poblaciones.

Ante esta situación, como parte de su responsabilidad, el Estado peruano ha venido realizando diversos esfuerzos desde el año 1995, lográndose identificar al año 2018 un total de 8,794 pasivos en todo el país según consta en la R.M. N° 224-2018-MEM-DM, de los cuales a la fecha se ha priorizado para su remediación un total de 1,067 PAM mediante la empresa estatal de derecho privado Activos Mineros S.A.C (AMSAC).

Como se sabe, la remediación de un pasivo ambiental se basa principalmente en lograr la estabilidad física, química e hidrológica. En el caso de los residuos mineros (relaves y depósito de desmontes), la remediación se torna complicada cuando no se logra controlar mediante técnicas convencionales la estabilidad hidrológica y química debido a las condiciones altamente

generadores de acides de los materiales y condiciones hidrogeológicas e hidrológicas del entorno.

Dicho aspecto es el caso de la relavera de Quiulacocha en Cerro de Pasco la cual se encuentra afectada por aportes superficiales y subterráneos, la cual en contacto con los relaves altamente sulfurados de Quiulacocha (más 50 % de contenidos de sulfuros), generan la producción continua de aguas acidas en orden de magnitud de 2 a 3 de Ph.

Ante dicha problemática, AMSAC en convenio con la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión viene investigando la posibilidad de estabilizar geoquímicamente dichos relaves mediante la instalación de una cobertura vegetal y utilizar las aguas residuales provenientes de la Ciudad de Cerro de Pasco mediante su riego, con el fin de disminuir los costos operativos de la operación y generar un valor agregado a las aguas domésticas que viene siendo descargadas al rio Ragra sin medidas de control eficiente.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	8
CAPITULO I:.....	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.1 Determinación del Problema	10
1.2 Formulación del Problema.....	14
1.2.1 Problemas Específicos	14
1.3 Objetivos.....	14
1.3.1 Objetivo General	14
1.3.2 Objetivos Específicos.....	15
1.4 Importancia y Justificación del Problema.....	15
1.4.1 Justificación teórica.....	15
1.4.2 Justificación metodológica.....	16
1.4.3 Justificación práctica.	16
1.5 Limitación del Estudio.....	16
CAPITULO II:.....	17
MARCO TEÓRICO	18
2.1 Antecedentes.....	18
2.2 Definición De Términos	29
A. Efluentes	¡Error! Marcador no definido.
B. Mezcla de efluentes	31
C. Relave.....	31
D. Las Gramíneas o poáceas (Poaceae).....	31
E. Pruebas pilotos	32
F. Suelo.....	32
G. PH en Suelo.....	33
H. Contenido de Materia orgánica.....	33
I. Scircus californicus	34
2.3 Hipótesis	36
2.3.1 Hipótesis General	36
2.3.2 Hipótesis Específicos	36
2.4 Identificación de Variables	36

2.4.1	Variables.....	¡Error! Marcador no definido.
2.4.2	Variables de la Hipótesis Específicos	¡Error! Marcador no definido.
2.4.3	Variable Interviniente.....	36
CAPITULO III		37
METODOLOGÍA.....		37
3.1	Tipo de Investigación.....	37
3.2	Diseño de Investigación.....	38
3.3	Población Muestra	38
3.3.1	Población:	38
3.3.2	Muestra.....	39
	• Índice de diversidad: localización e identificación de cada individuo ...	40
	• Índice de cobertura vegetal	41
	• Parámetros de medición de nivel de estrés	41
✓	Otros parámetros de interés.....	43
3.4	Métodos de Investigación	43
3.5	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	44
3.6	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	46
3.7	Tratamiento Estadístico de Datos	46
RESULTADOS Y DISCUSION.....		¡Error! Marcador no definido.
4.1	Tratamiento Estadístico e Interpretación de Cuadros	47
4.1.1	Registros de Parámetros de Medición del Barril N° 1	¡Error! Marcador no definido.
	Elaboración Propia	79
4.1.2	Registros de Parámetros de Medición del Barril N° 2.....	83
4.1.3	Registros de Parámetros de Medición del Barril N° 3.....	87
4.1.4	Registros de Parámetros de Medición del Barril N° 5.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.5	Registros de Parámetros de Medición del Barril N° 6.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2	Presentación de Resultados.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.1	Análisis de Adaptación.....	¡Error! Marcador no definido.
4.3	Prueba De Hipótesis.....	108

4.4	Discusión de Resultados	117
	Cuadro 36: Presupuesto de Adquisición de Materiales	¡Error! Marcador no definido.
	Cuadro n° 37: Cronograma de Desarrollo del Proyecto de Investigación	¡Error! Marcador no definido.
	CONCLUSIONES.....	119
	RECOMENDACIONES	120
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
	Fotografía n° 1: Pruebas de Barril - Conceptos.....	125
	Fotografía N°2: Relavera Quiulacocha Tomada En Google Heart	126
	Fotografía n° 3: Relavera Quiulacocha	127
	Fotografía N° 4: Pruebas de Barril	128
	Fotografía N° 5: Barril N° 2	¡Error! Marcador no definido.
	Fotografía N° 6: Monitoreo a los Barriles.....	128
	Fotografía n° 7: Prueba de Riego con Mezcla de Agua de la Relavera	129
	Fotografía n° 8: Pruebas Para Derivar al Monitoreo	¡Error! Marcador no definido.
	Fotografía n° 9: Barril 1	130
	Fotografía N° 10: Barril 2	130
	Fotografía N° 11: Barril 3	131
	Fotografía N° 12: Barril 4	131
	Fotografía N° 13: Barril 5	¡Error! Marcador no definido.
	Fotografía N° 14: Barril 6	¡Error! Marcador no definido.

INTRODUCCIÓN

Activos Mineros S.A.C. (en adelante AMSAC), responsable del cierre de depósitos de relaves (DR) Quiulacocha, lanzó el concurso público N°CP-SM-19-2017-AMSAC-1 para la contratación del servicio de para la “Elaboración del Estudio de Plan de Cierre y Expediente Técnico para el Cierre del Depósito de Relaves Quiulacocha, Distrito de Simón Bolívar, Provincia y Región de Pasco”. Mediante Acto Público y publicado en SEACE, el 30 de noviembre de 2017, se otorgó el consentimiento de Buena Pro a Consorcio WSP (en adelante, WSP) para la ejecución de dichos servicios.

En el marco de la ejecución de las actividades para la elaboración del Plan de Cierre y Expediente Técnico para el Cierre del Depósito de Relaves Quiulacocha, se realizó la implementación y puesta en marcha de las pruebas de barril, las cuales iniciaron su operación el 25 de junio.

Como parte de la evaluación de las actividades de operación, se realiza un análisis visual de la vegetación, donde se consideran como parámetros de medición: necromasa relativa,

densidad, fertilidad, asociaciones entre plantas, humedad del suelo, entre otros. La medición de parámetros bióticos y abióticos permite examinar la respuesta de las especies vegetales usadas, considerando la composición en cada barril. Esta información permite entender el efecto de la saturación en agua, el uso de aguas servidas, y el efecto del relave en el crecimiento de las plantas.

En tal sentido, a continuación, se detalla la metodología utilizada durante la evaluación visual que se realiza de manera mensual.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

El depósito de relaves Quiulacocha recibió los relaves desde la planta concentradora Paragsha desde 1943 hasta 1992, acumulando aproximadamente 78 millones de toneladas de relaves en un área de 110 hectáreas. El depósito de desmontes Excélsior, ubicado inmediatamente aguas arriba de Quiulacocha, ha recibido los desmontes provenientes del tajo abierto Raúl

Rojas desde 1956 hasta el 2000; y, contiene cerca de 50 millones de toneladas de desmontes en una superficie de aproximadamente 72 hectáreas. Los stockpiles de mineral, el botadero Miraflores, el tajo abierto, así como otras instalaciones mineras, se ubican al norte y nor-este del depósito de desmontes Excélsior, los cuales tienen influencia en la relavera de Quiulacochoa.

La empresa Activos Mineros es responsable del cierre de los depósitos de Quiulacochoa y Excélsior, los cuales a la fecha se encuentran inactivos. Un canal revestido de concreto deriva las aguas superficiales por la margen derecha y bordea los depósitos de Quiulacochoa y Excélsior. Asimismo, filtraciones desde las áreas sur y oeste del botadero Excélsior fluyen hacia el límite sur del depósito de desmontes Excélsior donde son conducidas por un canal a través de la superficie del depósito de Quiulacochoa hacia el borde inferior de este depósito. Desde aquí, el agua es actualmente bombeada hacia el depósito de relaves Ocroyoc, las cuales son previamente tratadas.

Según las investigaciones realizadas se sabe que parte de las filtraciones o aportes de agua subterránea provienen de las siguientes fuentes: a) ingreso de aguas subterráneas desde las áreas alrededor del depósito Excélsior, así como de la infiltración

directa a través de la superficie del depósito de desmonte; b) Filtraciones de los Stock Piles de Pampa seca; c) Filtraciones subterráneas de la quebrada el Golf.

Desde que AMSAC recibió el encargo (2006), se opera un sistema de captación de infiltraciones, que se ubica al pie del dique, las cuales luego son bombeadas a la relavera; asimismo, a partir del 2013, mediante un convenio con Volcan Compañía Minera S.A.A. y Administradora Cerro S.A.C. se realizaron las gestiones para la implementación de una Planta de neutralización temporal para captar las aguas ácidas de la relavera Quiulacocha, neutralizarlas y posteriormente bombearlas a la relavera Ocroyoc; dicha Planta de neutralización temporal ha iniciado su puesta en marcha en el 2016. Dicha operación viene generando costos de tratamiento para AMSAC, debido a que no se puede controlar a la fecha las fuentes de ingreso de aguas subterráneas y superficiales hacia la relavera de Quiulacocha.

Producto de filtraciones subterráneas descritas, todo el agua es embalsada en el extremo inferior de la relavera de Quiulacocha, constituyendo un caudal permanente, de un promedio de 16 l/s de aguas ácidas (pH de 2.8) y elevados contenidos de metales pesados en solución, principalmente Fe (4 800 mg/l) y Zn (625 mg/l), a fin de evitar que las aguas ácidas

sean vertidas a los cuerpos de agua, desde 1995, Centromín Perú instaló y operó un Sistema de Bombeo de las aguas, hacia el Depósito de Relaves Ocroyoc para su Neutralización y tratamiento.

En función a toda la problemática expuesta, se ha tomado la iniciativa de ver la posibilidad de probar nuevas tecnologías de tratamiento tipo pasivo que puedan estabilizar geoquímicamente los relaves con el fin de disminuir los costos de tratamiento de las aguas acidas y generar un posible valor agregado incorporando las aguas residuales de la Ciudad de Cerro Pasco como parte de la medida de remediación ambiental. En tal sentido, para poder materializar dicha intención se viene realizando pruebas cinéticas mediante la instalación de pruebas geoquímica tipo barril, con el fin de simular las condiciones de la relavera de Quiulacocha y probar a nivel experimental como el uso coberturas vegetales combinadas con riego de efluentes domésticos en medios saturados y no saturados influye en la estabilización química de relaves altamente sulfurados. (AMSAC, 2018).

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problemas Específicos

➤ ¿De qué manera el riego con efluentes influirá en la adaptabilidad de las especies nativas (*Scircus californicus*, *Stipa ichu*, *Calamagrostis vicunarum*, *Festuca dolichophylla*, *Distichia muscoides*) en medios no saturados con presencia de relaves altamente sulfurados provenientes del depósito de relave Quiulacocha en pruebas a escala piloto?

1.2.2 Problemas Específicos

➤ ¿Cuáles son los beneficios que podría presentar la adaptabilidad de las especies nativas regadas con efluentes en medios no saturados con presencia de relaves?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

➤ Determinar la adaptabilidad de las especies vegetales (*Scircus californicus*, *Stipa ichu*, *Calamagrostis vicunarum*, *Festuca dolichophylla*, *Distichia muscoides*) al ser regados con efluentes en medios no saturados con presencia de relaves

altamente sulfurados provenientes del depósito de relave Quiulacocha.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar los beneficios que podría presentar la adaptabilidad de las especies nativas regadas con efluentes en medios no saturados con presencia de relaves.

1.4 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 Justificación teórica

La investigación realizada es para evaluar la adaptabilidad de las diferentes especies (*Stipa ichu*, *Calamagrostis vicunarium*, *Festuca dolichophylla*, *Distichia muscoides*) seleccionadas por que son especies locales que se identificaron alrededor de la laguna Quiulacocha y la especie foránea (*Scirpus californicus*) que fue seleccionada por su potencial de remoción de metales, también se consideró la profundidad de sus raíces, biomasa, tamaño de planta, diámetro de tallo y cobertura vegetal lo cual nos ayudara a realizar la estabilización de la relavera.

Este proyecto de investigación se llevó a cabo en medios saturados y no saturados en presencia de relaves altamente sulfurados provenientes del depósito de relaves de Quiulacocha

en pruebas a escala piloto a cargo de la empresa ACTIVOS MINEROS SAC.

1.4.2 Justificación metodológica.

Para lograr el cumplimiento de los objetivos del presente estudio, la investigación hará uso de su propia metodología, teniendo como base el método científico. Por lo que el resultado será importante para poner en práctica la investigación a gran escala en la relavera Quiulacocha.

1.4.3 Justificación práctica.

En relación a los objetivos propuestos, se hallará soluciones planteadas al problema para determinar la adaptabilidad de especies vegetales (*Stipa ichu*, *Calamagrostis vicunarum*, *Festuca dolichophylla*, *Distichia muscoides*, *Scircus californicus*) con riego de efluentes en medios no saturados con presencia de relaves altamente sulfurados provenientes del depósito de relaves de Quiulacocha en pruebas a escala piloto a cargo de la empresa ACTIVOS MINEROS SAC.

1.5 LIMITACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio de investigación considera un tema poco estudiado y la aplicación en relaves altamente sulfurados, es así

que el presente trabajo contribuiría en el cambio de condiciones con la finalidad de lograr la adaptabilidad de plantas nativas y con un mayor rendimiento en el logro de los objetivos planteados y diseñar estrategias para lograr mayor información que cuenta la empresa y que se obtendrán datos propios de la empresa Activos Mineros SAC.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Donoso, R. S. (2015). ANÁLISIS DE EFECTIVIDAD DE LAS FITOESTABILIZACIONES DEL ENBALSE DE RELAVE CAUQUENES, Codelco. Santiago, santiago, Chile.

Chile es un país minero, parte importante del crecimiento económico del país (Consejo Minero, 2013). La evolución de su

tecnología ha sido cada vez mayor por tanto la industria ha ido aumentando su productividad y también sus residuos mineros masivos, relaves (Lobos Campos, et al., 1990). Hoy en día existen 461 faenas minera abandonadas y/o paralizadas que se traduce en 461 relaves (SERNAGEOMIN, 2007). Estos relaves cuando dejan de ser operativos se secan y quedan expuestos a diversas fuerzas físicas, como el viento y las lluvias intensas producidas en los años con influencia del fenómeno del niño, siendo dispersadas al medio ambiente donde pueden ocasionar riesgos ambientales (Ginocchio, et al., 2010). Por ello las nuevas regulaciones mineras del país han incorporado la obligación de un cierre adecuado de los depósitos de relaves mineros vigentes, expuestos en la ley 20.551, donde se incluye la estabilización físico-química de estos (SERNAGEOMIN, 2013). La fitoestabilización es una de varias tecnologías agrupadas bajo el concepto de fitorremediación (Ortega - Ortiz, et al., (S/F)) , en relación a los depósitos de relave, esta tecnología consiste en el uso simultaneo de un tipo particular de plantas denominadas metalófitas excluyentes, y de acondicionadores de sustrato adecuados para lograr la estabilizaciones física, química y biológica de los relaves, en el marco conceptual de la rehabilitación ecológica (Ginocchio, et al., 2010). Esta tecnología tiene muy pocos precedentes en Chile, lo

explica porque aún no existen estudios de efectividad de esta. Las publicaciones existentes se basan principalmente en la eficacia de mitigar la erosión eólica, debido a que es una medida relativamente nueva que impulsa la sustentabilidad en la minería. Sin embargo la fitoestabilización tiene muchos otros objetivos más que mitigar el material particulado (León-Lobos , et al., 2011), los que están directamente ligados con mejorar el suelo o relave. Es interesante investigar la efectividad de todos los objetivos de esta tecnología en una experiencia que tiene casi 4 décadas de antigüedad. Para evaluar la efectividad de la fitoestabilización se necesita evaluar el cumplimiento de su objetivo general que es estabilizar física, química y biológicamente. Por tanto en esta investigación se llevaron a cabo análisis físicos y químicos del relave en cuestión que además tienen incidencia en la estabilización biológica. Se evaluó la efectividad de la fitoestabilización realizadas en CODELCO, división andina, donde se realizaron 3 plantaciones acordes en diferentes años (1979, 2005 y 2010) (Videla Abarca, 2012). Se analizaron fisicoquímicamente estas 3 plantaciones, una zona no fitoestabilizada del relave (zona control) y una zona aledaña al embalse Cauquenes no contaminada (background o línea base), siendo en total 5 sitios estudiados. Se realizó análisis de pH,

nutrientes esenciales, materia orgánica, Conductividad eléctrica, humedad, clase textural, plasticidad, adhesividad, etc. También se muestreo fisiológicamente la vegetación de cada fitoestabilización. Una parte de estos análisis se llevaron a cabo en terreno y otros se realizaron en el laboratorio privado de AGROLAB. Los resultados fueron comparados entre plantaciones, zona control y zona aledaña con la ayuda de análisis estadísticos como Regresión lineal, ANOVA, NMDS Y Similarity Percentage. Las regresiones lineales nos entregaron información valiosa de como la fitoestabilización a largo plazo modificaba algunas propiedades del sustrato. La mayoría de las variables presentaron mejorías graduales en la plantación más antigua (1979). Esta variable también posibilito predecir el estado de algunas propiedades del sustrato a futuro y clarificar cuales variables no eran mejoradas por la fitoestabilización. La materia orgánica es mejorada de manera muy lenta en las zonas fitoestabilizadas comparados con el nivel basal de la zona aledaña y la estadística revela que esta variable es deficiente. A través de NMDS y Similarity Percentage se logró visualizar en un mapa 2D la cercanía en cuanto a similitudes de cada sitio, y además obtener la información de que hace diferente a cada uno, puntualmente que variable analizada aporta mayormente a esa

disimilitud. Las variables fisicoquímicas analizadas en terreno aportaron para catalogar las fito estabilizaciones como efectivas. Además la abundancia de datos y réplicas en terreno de las muestras favoreció para someter la variable pH (única cuantitativa) a un análisis de ANOVA de dos factores (años de plantaciones y profundidad del suelo), del cual se obtuvo un interesantes resultados, dentro de ellos el valor de $p < 0,05$ en la interacción de estos factores, lo cual nos reveló que estudios como estos deben siempre ser evaluados con respecto al tiempo (años plantaciones) y diferentes profundidades del sustrato. Análisis fisiológicos demostraron que las fitoestabilizaciones eran exitosas, la vegetación se adaptó y logro desarrollarse adecuadamente sin embargo dejo entre ver algunas falencias de nutrientes en su follaje.

Gonsales Rivera , M. L., & Salas Luévano, M. (2018-06-07). ESTABILIZACIÓN DE METALES PESADOS EN JALES MEDIANTE. Biotecnología y Sustentabilidad , volumen 2 N° 1 Año 2017.

El objetivo de este estudio fue identificar las especies de plantas que crecen en los relaves mineros y su capacidad para acumular y estabilizar As y Pb con el propósito de valorar la

aplicación en programas de fitorremediación. Muestras de suelo y plantas recolectadas conjuntamente en una mina reforestada hace aproximadamente 15 años y localizada en Fresnillo, Zac. fueron recolectadas conforme a la norma oficial mexicana: NMX-AA-132-SCFI-2006. El análisis del contenido de As y Pb se realizó mediante Espectrometría de Absorción Atómica. Las familias mejor representadas fueron Asteraceae, Poaceae y Chenopodiaceae.

Las concentraciones de As en los brotes de las plantas, promediaron 499 ppm, y para Pb fueron 7.2 ppm. Con base en el factor de bioconcentración (FBC), únicamente *Bouteloua gracilis* (FBC=1.0) tiene atributos para fitoextracción de As. Asimismo, *Amaranthus hybridus*, *Arundo donax*, *Pennisetum clandestinum* y *Botriochloa barbinodis* mostraron valores de FBC= 0.8. Los árboles reforestados después de 15 años que muestran atributos para contener As y Pb, son *Schinus molle* y *Fraxinus uhdei*, los cuales pueden ser considerados para programas de fitoestabilización en el Estado y las regiones semiáridas.

Hidalgo Camarena, P., Espinoza Tumialan , P., & Figueroa Tauquino , R. (02 -05-2010). ADAPTABILIDAD DE ESPECIES VEGETALES PARA LA COBERTURA VEGETAL DE LOS RELAVES MINEROS DE LA PLANTA CONCENTRADORA SANTA ROSA DE JANGAS. Artículo Original , 8.

Al concentrar minerales por flotación, se genera un relave conformado entre otros elementos por partículas finamente trituradas de silicatos, arcillas, carbonatos, óxidos y eventualmente sulfuros conjuntamente, sin valor comercial, que se almacenan en depósitos denominados relaveras. El área seleccionada en la relavera de la planta concentradora “Santa Rosa de Jangas” fue acondicionada y preparada adecuadamente con un sustrato de mezcla homogénea de tierra agrícola, turba y arena, sobre la cual se sembraron o trasplantaron las especies vegetales a evaluarse con la finalidad de obtener datos para futuros trabajos de revegetación o fitoestabilización en cierres de minas.

La metodología consistió en evaluar las diferentes especies preseleccionadas en cuanto a profundidad de raíces, biomasa, tamaño de planta, frecuencia, diámetro de tallo y cobertura.

Los resultados muestran que las especies mas adecuadas para la fitoestabilización de la superficie de la relavera por sus diversas características favorables son el ´kikuyo` y la asociación ray grass – ´trébol`.

*Huancaya , R., & Carrasco, C. (2017).
INVESTIGACIÓN EN CIERRE DE MINAS MINERA LA
ZANJA. Investigación en Cierre de Minas Minera La Zanja
(pág. 53). Lima : Minera la zanja.*

En cierre de minas para la minera Buenaventura, unidad minera La Zanja ubicado en Cajamarca se realizó trabajos de investigación con el objetivo de inhibir la oxidación microbiana de los minerales sulfurados del depósito de material estéril generador de acidez y el tipo de cobertura que presente la capacidad de prevenir la generación de drenajes ácidos y tenga el menor porcentaje de infiltración, como consecuencia de la implementación de PAMAs y Planes de Cierre tenemos lecciones aprendidas:

- Incorporación de tecnología moderna a los procesos.
- Reducción en la generación de residuos sólidos y líquidos.
- Cumplimiento de los límites máximos permisibles.
- Generación de drenajes ácidos de minadespués del cierre de componentes mineros lo que induce al tratamiento permanente.
- Degradación de los suelos lo que no permite su sostenibilidad en el tiempo.
- Pobre desarrollo de la vegetación por falta de nutrientes.

Para corregir estos problemas necesitamos investigar el SUELO, la cobertura VEGETAL y la ROCA generadora de drenajes ácidos:

Hemos desarrollado los siguientes trabajos de investigación:

- Roca - INHIBICIÓN BACTERIANA: Inhibir la oxidación microbiana de los minerales sulfurados del depósito de material estéril generador de acidez
- Suelo - PRUEBA DE COBERTURAS: Determinar el tipo de cobertura que presente la capacidad de prevenir la generación de drenajes ácidos y tenga el

menor porcentaje de infiltración, para el material estéril generador de acidez

- Flora - PROPAGACIÓN DE ESPECIES NATIVAS:
Proponer un mecanismo de propagación de especies forestales nativas en vivero para la regeneración de bosques. La mejor solución para inhibir la generación microbiana de drenajes ácidos son las aguas residuales domésticas tratadas (T3) y sin tratar (T4).

El tratamiento más conveniente sería el T3 (agua residual doméstica tratada) para evitar problemas en la descarga final, por la elevada concentración de coliformes. Los residuos sólidos tales como:

- Lodos de tratamiento de las aguas residuales domésticas.
- Lodos de tratamiento de aguas ácidas.
- Residuos orgánicos domésticos.
- Materiales inadecuados de la construcción.

Tiene un alto potencial de uso para la cobertura de componentes mineros, debido a que tienen la capacidad de evitar la generación de drenajes ácidos de mina. Alternativa propuesta para el cierre de Minera La Zanja: USO DE TECNOSOLES ESPECIFICOS para cada Componente

minero. Son suelos artificiales elaborados a semejanza de los suelos naturales y con las funciones específicas que se requiere.

- Para su elaboración se usa:
- Residuos sólidos mineros.
- Residuos sólidos domésticos.
- Residuos sólidos industriales.

Diferencia entre Tecnosoles vs enmienda con Caliza:

Caliza es altamente soluble en agua. El tecnosol son apenas solubles en agua. La caliza, en presencia de Fe que se presenta en un ambiente acidificado, pierde su carácter neutralizante. Los Tecnosoles minimizan la oxidación de la pirita, lo cual multiplica enormemente los requerimientos de capacidad neutralizadora.

La caliza actúa sobre la liberación de metales pesados en el modo que es capaz de neutralizar la acidez del medio; Los Tecnosoles actúan también de este modo pero de forma más eficaz.

2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.2.1 Efluentes

Término empleado para nombrar a las aguas servidas con desechos sólidos, líquidos o gaseosos que son emitidos por viviendas y/o industrias, generalmente a los cursos de agua; o que se incorporan a estas por el escurrimiento de terrenos causado por las lluvias.

Los productos tóxicos presentes en los efluentes son muy variados, tanto en tipo como en cantidad, y su composición depende de la clase de efluente que los genera. Los desechos que contienen los efluentes pueden ser de naturaleza química y/o biológica.

En términos generales, los principales componentes de los efluentes según su origen son:

- **Industria metalúrgica:** metales tales como cobre, níquel, plomo, zinc, cromo, cobalto, cadmio; ácidos clorhídricos, sulfúricos y nítricos; detergentes.
- **Industria papelera:** sulfitos, sulfitos ácidos, materia orgánica, residuos fenólicos, cobre, zinc, mercurio.

- **Industria petroquímica:** hidrocarburos, plomo, mercurio, aceites, derivados fenólicos y nafténicos, residuos semisólidos.
- **Industrias de la alimentación:** nitritos, materia orgánica, ácidos, microorganismos, etc.
- **Industrias textiles:** sulfuros, anilinas, ácidos, hidrocarburos, detergentes.
- **Industrias del cuero (curtiembres):** cromo, sulfuros, compuestos nitrogenados, tinturas, microorganismos patógenos.
- **Industrias químicas (en general):** amplia variedad de ácidos orgánicos e inorgánicos, sales, metales pesados.
- **Instalaciones sanitarias:** microorganismos, jabones, detergentes.

Muchos de estos efluentes son emitidos a temperaturas superiores a la normal, constituyendo este factor un elemento más de contaminación. Según (Mónica Spinelli, P.1).

2.2.2 Mezcla de Efluentes

Es la combinación de los efluentes de Industria metalúrgica y los efluentes de las Instalaciones sanitarias que hacen un 50 % de la mezcla más 50% de agua natural.

2.2.3 Relave

Corresponde al residuo, mezcla de mineral molido con agua y otros compuestos, que queda como resultado de haber extraído los minerales sulfurados en el proceso de flotación.

Definiremos dos (02) tipos de relaves diferentes que se está empleando en nuestra investigación:

Sector 1: Capa rica en Zn-Pb (AAR dique flotante)

Sector 2: Capa rica en Cu-As (AAB dique flotante primeros en ser dispuestos) según (WSP, 2018)

2.2.4 Las Gramíneas o Poáceas (Poaceae)

Son una familia de plantas herbáceas, o muy raramente leñosas, perteneciente al orden Poales de las monocotiledóneas. Con más de 820 géneros y cerca de 12 100 especies descritas, las gramíneas son la cuarta familia con mayor riqueza de especies luego de las compuestas, las orquídeas y las leguminosas; pero, definitivamente, es la primera en importancia económica global.

2.2.5 Pruebas Pilotos

Las pruebas son una herramienta muy utilizadas en diversos ámbitos y actividades para conocer el mal o buen funcionamiento que tiene algo a también para saber el grado de conocimiento que dispone una persona acerca de una materia.

Entonces, cada vez que se necesita comprobar el funcionamiento de algo o su adaptación a un determinado fin u objetivo se echará mano de la prueba.

Mientras tanto, una prueba piloto es el nombre con el cual se denomina a aquella prueba iniciática, es decir, que se lleva a cabo por primera vez y que se desarrolla con un fin experimental para poder comprobar determinadas situaciones, si son viables o no.

2.2.6 Suelo

El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo

son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo. Según (FAO).

2.2.7 PH en Suelo

Mide la actividad de los H⁺ libres en la solución del suelo (acidez actual) y de los H⁺ fijados sobre el complejo de cambio (acidez potencial). La acidez total del suelo es la suma de las dos, porque cuando se produce la neutralización de los H⁺ libres se van liberando H⁺ retenidos, que van pasando a la solución del suelo. El pH puede variar desde 0 a 14 y de acuerdo con esta escala los suelos se clasifican en:

Suelos ácidos.....pH inferior a 6,5

Suelos neutros.....pH entre 6,6 y 7,5

Suelos básicos.....pH superior a 7,5

Los suelos tienen tendencia a acidificarse. Primero se descalcifican, ya que el calcio es absorbido por los cultivos o desplazado del complejo de cambio por otros cationes y emigra a capas más profundas con el agua de lluvia o riego.

2.2.8 Contenido de Materia orgánica

La materia orgánica se refiere a todo el material de origen animal o vegetal que esté descompuesto, parcialmente descompuesto y sin descomposición. Generalmente es sinónimo

con el humus aunque este término es más usado cuando nos referimos a la materia orgánica bien descompuesta llamada sustancias húmicas. Según (FAO, 2009)

2.2.9 Scircus Californicus

De nombre científico *Thypa latifolia*, es una especie de junco de hasta 3 m de altura que crece a orillas de los lagos, en terrenos pantanosos o junto al mar, de tallo grueso, firme y cilíndrico; se usa para construcciones de campo precarias, como techos o empalizadas, y para fabricar unas embarcaciones en la zona andina que se denominan caballito de totora.

2.2.10 Calamagrostis Vicunarum

Calamagrostis es un género de plantas herbáceas de la familia Poaceae¹ con alrededor de 290 especies.² Es originario de las regiones templadas del hemisferio norte y a grandes alturas en el trópico. (Grass Genera of the World).

2.2.11 Festuca Dolichophylla

Festuca dolichophylla, chillihua, es una especie botánica de gramínea cespitosa, dura, salificada, de la familia de las Poaceae. (Correa A., M.D., C. Galdames & M. Stapf. 2004. Cat. Pl. Vasc.

Panamá 1–599. Smithsonian Tropical Research Institute, Panama).

2.2.12 Stipa Ichu

El ichu, paja brava o paja ichu (*Stipa ichu*) es un pasto del altiplano andino sudamericano, México y Guatemala empleado como forraje para el ganado, principalmente de camélidos sudamericanos. Es endémica de Guatemala, México, Costa Rica, El Salvador, Venezuela, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Chile, Argentina. (Zuloaga, FO et al. 1994. Catálogo de la familia Poaceae en la República Argentina. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 47)

2.2.13 Distichia muscoides

Distichia, es un género con tres especies de plantas herbáceas perteneciente a la familia de las juncáceas. Es originario de Colombia hasta el norte de Argentina. («*Distichia*». Royal Botanic Gardens, Kew: World Checklist of Selected Plant Families. Consultado el 27 de marzo de 2010).

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1 Hipótesis General

- El riego con efluentes influirá favorablemente en la adaptabilidad de las especies nativas (*Scircus californicus*, *Stipa ichu*, *Calamagrostis vicunarum*, *Festuca dolichophylla*, *Distichia muscoides*) en medios no saturados con presencia de relaves altamente sulfurados provenientes del depósito de relave Quiulacocha en pruebas a escala piloto.

2.3.2 Hipótesis Específicos

- Existen beneficios que se presenta al realizar la adaptabilidad de las especies nativas regadas con efluentes en medios no saturados con presencia de relaves.

2.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

- Evaluación de la adaptabilidad de especies vegetales nativas en medios no saturados con presencia de relaves altamente sulfurados provenientes de la relavera de quiulacocha.

2.4.1 Variable Interviniente

- Clima

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Es una investigación experimental, se ha ideado con el propósito de determinar, con la mayor confiabilidad posible, relaciones causa – efecto.

El presente estudio reúne las condiciones metodológicas de un nivel de investigación de tercer orden por ser de tipo aplicativo, descriptivo y exploratoria

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio se ha realizado empleando cinco tipos de especies de plantas nativas. La selección de las cuatro especies de vegetales se realizó por ser plantas locales que se identificó alrededor de la laguna Quiulacocha y una de las plantas foranes por tener un alto potencial de remoción de metales.

Las especies vegetales que se adaptaban sobre los relaves altamente sulfurados con los riegos de efluentes ayudan a la Fitoestabilización química del relave reduciendo el PH, la conductividad y los sólidos totales disueltos que se puedan encontrar en la relave de Quiulacocha.

El riego realizado de la prueba de barriles se lleva a cabo con una mezcla de 50 % de aguas servida y 50% de agua natural ayudándonos al desarrollo, crecimiento y la adaptabilidad de las especies nativas seleccionadas.

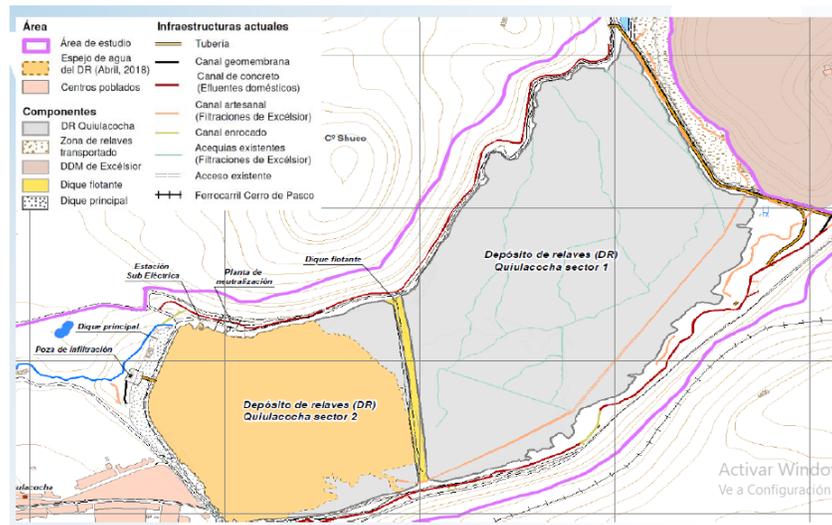
3.3. POBLACIÓN MUESTRA

3.3.1 Población:

La investigación se llevó a cabo en el depósito de relave Quiulacocha sector 1 zona no saturada aguas abajo de la desmontara Excélsior.

El Depósito de Relaves de Quiulacocha contiene aproximadamente 78 millones de toneladas (Mt) de relave en un área de 116 ha, tiene una composición promedio de piritas de 34 % en su capa superficial (hasta 0.5 m) y según investigaciones pasadas la cantidades de piritas contenidas a mayor profundidad pueden alcanzar y representar más del 50 %.

Ilustración 1: localización de las zonas de la relavera



Fuente: Consorcio WSP, 2018

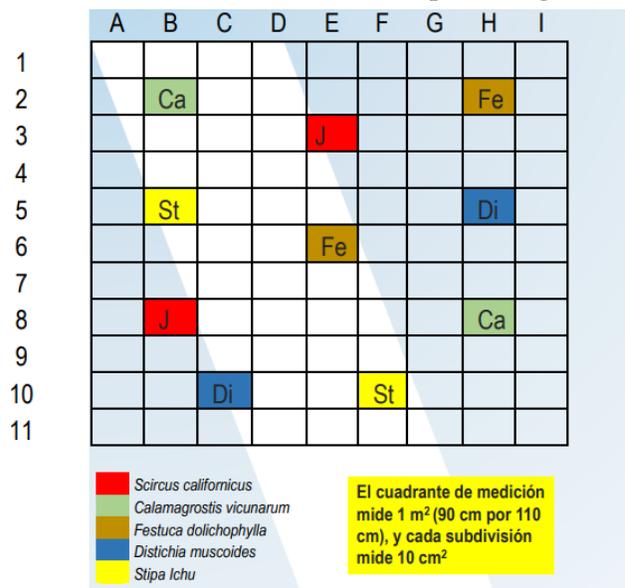
3.3.2 Muestra

El tamaño de la muestra, para el presente estudio fueron tres contenedor de Polietileno de alta densidad de 0.99 m³ (1m altura x 1.1m largo y 0.9m ancho) que se implementó para la toma de muestra representativa de los pilotos.

3.3.3 Índice de diversidad: localización e identificación de cada individuo

Dentro de cada cuadrante se debe identificar y localizar, según los sub-cuadrantes, a cada individuo. Para esto se asignó un determinado código a cada sub-cuadrante (A1,...A10, B1...B10,...) (Ilustración 2).

Ilustración 2: Distribución de las especies vegetales



Fuente: Consorcio WSP, 2018

Ese protocolo permite obtener índices de riqueza específica por barril. Por ello, se mide, la altura (distancia vertical del suelo a la punta vegetativa de la planta), el largo (mayor distancia horizontal entre hojas opuestas) y el ancho (menor distancia horizontal entre hojas opuestas) de cada individuo.

3.3.4 Índice de cobertura vegetal

Alternativamente, una estimación rápida de la cobertura vegetal se obtiene sumando el número de sub-cuadrantes, cada sub-cuadrante con una cobertura vegetal de 100% representa uno por ciento de la cobertura vegetal total del barril.

3.3.5 Parámetros de medición de nivel de estrés

A. Índice de necromasa relativa

Se mide gracias a la estimación visual de la tasa de tejidos muertos de cada individuo (%). Considerando la totalidad del material vegetal como el 100% y estimando que porcentaje del total es materia vegetal muerta.

B. Índice de densidad

La densidad relativa de la planta es una evaluación del porcentaje de compactación de la planta, se puede estimar gracias a la cantidad de hojas y tallos por planta dependiendo del volumen de la planta. Se puede estimar imaginando un globo alrededor de la planta y definiendo el volumen del material foliar que llena el globo, como un porcentaje del volumen total.

C. Índice de fertilidad (presencia de frutos y otros órganos de reproducción)

En el caso de ser presente, se anota 0 en la columna correspondiente, en caso contrario se anota 1.

D. Presencia de asociaciones entre plantas

Permite entender cuáles son las especies más propicias al desarrollo del ecosistema.

Gracias a la separación por sub-cuadrantes de los individuos se puede examinar asociaciones espaciales entre plantas, las cuales se traducen en interacciones positivas. Dos plantas se consideran como asociadas si sus partes aéreas están en contacto.

E. Pioneros de la colonización

Se anota cuáles son las primeras plantas que colonizan el barril, el uso futuro de estas especies será clave para asegurar un buen crecimiento del piloto wetland.

F. Presencia de bacterias

Se reporta la presencia de bacterias, a través de la presencia de espuma, olor, burbujas en la superficie, presencia de nata superficial, etc.

G. Otros parámetros de interés

a) Humedad de suelo

Una vez por semana se estima la humedad del suelo en superficie y a 10 cm de profundidad. Por ello, se realiza un hueco de 10 cm en el top soil, y se califica la humedad relativa a 10 cm como mojado, muy húmedo, húmedo, seco o muy seco. Se hace la misma caracterización para la parte superficial del top soil, especificando la presencia de otras características visible, tales como formación de una costra o fisuras en la superficie del suelo, ect.

b) Condiciones climáticas

Una vez por semana se anota las condiciones climáticas de la zona, resaltando la cantidad de días de lluvias o vientos fuerte observados durante la semana, la presencia de sequía, o de radiaciones solares extremas. Estos cuatro (04) criterios se determinan realizando una Estimación Global Para Los Últimos 7 Días (Una Semana).

3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El método implementado durante el desarrollo de este proyecto de investigación es de carácter descriptivo y de análisis;

como es la evaluación de adaptabilidad de especies en relaves altamente sulfurados.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La toma de datos será en forma directa, recopilando información diaria mediante los monitores de Ph, conductividad, temperatura, ppm, y la medición del crecimiento mensual de las especies de vegetales y la evaluación de parámetros de medición del nivel de estrés de las especies como necromasa, densidad, presencia de bacterias, fertilidad, y aparición de nuevas especies asociadas otros parámetro de interés es la humedad de suelo y condiciones climáticas, también se realizó los análisis agua y suelo. Se recurrirá a informes diarios, semanales, mensuales, trimestrales, libreta de campo, vistas fotográficas, observación insitu del proyecto y análisis de laboratorio.

A. Fase de pre Campo

TÉCNICAS	INSTRUMENTO
Recopilación de información existente de la zona de estudio	Libreta de apunte
planificación	Cronograma de trabajo

B. Fase de Campo

TÉCNICAS	INSTRUMENTO
Observación directas	Planos de ubicación del sector I y el sector II
	Libreta de Campo
Toma de evidencias	Cámara fotográfico
Muestreo de adaptabilidad de especies de vegetales	
Toma de muestras	De suelo
	De agua
Toma de medidas de crecimiento	Altura
	Ancho
	Largo
	Densidad

C. Fase de Laboratorio

TÉCNICAS	INSTRUMENTO
Análisis de agua	Instrumentos químicos
	Reporte de análisis de laboratorio
Análisis de suelo	Instrumentos químicos
	Reporte de análisis de laboratorio

D. Fase de Gabinete

TÉCNICAS	INSTRUMENTO
Identificación taxonómica de especies de especies vegetales	información taxonómica (Herbario Augusto Weberbauer)
Análisis e interpretación de Resultados	Gráficos estadísticos

E. Revisión Documental

TÉCNICAS	INSTRUMENTO
Revisión documental	Fichas bibliográficas
	Libreta de apuntes
	Dispositivos para guardar información
	Computadora

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Todos los datos que requieren ser tabulados y/o graficados se harán en gabinete con uso de computadoras y softwares para el análisis respectivo. También se realizara la interpretación de datos de laboratorio tanto en suelo como en agua y el crecimiento de las especies de vegetales seleccionadas.

3.7. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS

- Uso de Hoja de Cálculo (Excel), para el uso de datos en tabla.
- AutoCAD, para la ubicación de estaciones y muestreos.

CAPITULO IV

RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1 DESCRIPCION DEL TRABAJO DE CAMPO

4.1.1 Ubicación y recolección del relave

Las muestras de relave utilizado para el proyecto de investigación se tomaron de la Zona II de la relavera de Quiulacocha (zona no saturada), en las coordenadas 359956 E y 8816460 S, donde se realizó la excavación de 30-60 cm de profundidad, la muestras de relave debe colectarse realizando un

mezclando materia de la superficie de la relavera con materia de las capas inferiores para poder homogenizar el relave.

Ilustración 3: Recolección de relave en la Zona II de la relavera de Quiulacocha



Fuente: WSP, 2018

4.1.2 Recolección de topsoil

La materia orgánica está conformada por una mezcla de material conformado por 95% de tierra de la Comunidad Quiulacocha y un 5% con guano de ovino. Esto se puede conseguir mezclando 1,5 m³ de tierra con 1,5 saco (60 kg) de guano de ovino de la Comunidad de Quiulacocha. Para realizar la mezcla de la manera la más homogénea posible se debe primero echar la tierra en el piso, repartir encima uniformemente el guano de ovino, realizando una mezcla homogénea.

Ilustración 4: Proceso de elaboración del top soil, mezcla tierra y guano de ovino.



Fuente: WSP, 2018

4.1.3 Recolección de especies vegetales

Las especies locales son las que se identificaron alrededor de la laguna de Quiulacocha (*Stipa Ichu*, *Calamagrostis vicunarum*, *Festuca dolichophylla*, *Distichia muscoides*) y la especie foránea es la que se identificó en los alrededores de la Provincia de Pasco la *Scircus californicus* y que fue seleccionada por su potencial de remoción de metales.

Cuadro 1: Lugares de recolección de las especies para pruebas de barril

Especie	Individuo por barril	Características	Proveniencia: Locales/ Foráneas
<i>Scirpus californicus</i>	2	Porte alto	Foráneas – Centro Poblado de Huayre, Junín – Bordes del lago Chinchaycocha
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	2	Porte corto	Local – Huayre, Junín
<i>Festuca dolichophylla</i>	2	Porte alto	Local – Huayre, Junín
<i>Stipa ichu</i>	2	Porte alto	Local – Huayre, Junín
<i>Distichia muscoides</i>	2	Porte corto	Local – Cuchis Chico, cerca de Cuchis Grande. Cerro de Pasco

Fuente: Consorcio WSP, 2018

Ilustración 5: Recolección de Scircus californicus



Fuente: Consorcio WSP, 2018

Ilustración 6: Recolección de Distichia muscoides



Fuente: Consorcio WSP, 2018

Ilustración 7: Especies vegetal trasplantadas en los barriles



Fuente: Consorcio WSP, 2018.
 a. *Stipa Ichu*; b. *Calamagrostis vicunarium*; c. *Festuca dolichophylla*;
 d. *Distichia muscoides*; e. *Scirpus californicus*

4.1.4 Ubicación de la fuente de agua natural

4.1.4.1 Agua natural

La fuente de agua natural seleccionada se encuentra a unos 100 m de la base militar de Quiulacocha, y la salida de la captación es a través de una tubería de 2", el cual se determinó como fuente de agua permanente, el punto de muestreo ASUP-05, cuya ubicación se muestra en el Cuadro.

Cuadro 2: Ubicación de punto de captación de agua natural permanente

Estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84 (Zona 18)		Altitud (msnm)
		Este (m)	Norte (m)	
ASUP-05	Manantial de agua de consumo doméstico, ubicado 100 m antes de la entrada a la base militar Quiulacocha.	360 527	8 816 811	4 292

Fuente: Consorcio WSP, 2018.

Asimismo, los resultados de calidad de agua de dicha fuente se muestran en el Cuadro 3.5. Como se puede observar en dicho cuadro, la estación ASUP-05 muestra valores dentro del rango establecido por los ECA para agua, categoría 1-A1 y categoría 3. Lo que indica una calidad adecuada de agua (respecto a cumplimiento con los ECA) del manantial ubicado en la margen izquierda del DR, el cual actualmente tiene un uso doméstico.

Ilustración 8: Detalle de la fuente de agua que se habilito.



Fuente: Consorcio WSP, 2018

Cuadro 3: Resultados de parámetros de interés de calidad de agua natural

Estación de Muestreo		ASUP-05*	ECA Categoría 1	ECA Categoría 3		
Parámetro	Unidad		A1	D1: Riego de vegetales (RV)	D2: Bebida de animales (BA)	
Parámetros de campo						
pH	Unidades de pH	7,28	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4	
Conductividad	µS/cm	427	1 500	2 500	5 000	
Oxígeno disuelto	mg/L	6,7	≥6	≥ 4	≥ 5	
Parámetros fisicoquímicos						
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L SAAM	<0,006	--	0,2	0,5	
DBO ₅	mg/L O ₂	<2,0	3	15	15	
DQO	mg/L O ₂	4,8	10	40	40	
Aniones						
Sulfatos		28,58	1 000	1 000	1 000	
Metales totales						
As	mg/L	0,0034	0,01	0,1	0,2	
Cd	mg/L	<0,0002	0,003	0,01	0,05	
Cu	mg/L	0,0003	2	0,2	0,5	
Fe	mg/L	0,0346	5	5	--	
Hg	mg/L	<0,0001	0,001	0,001	0,01	
Mn	mg/L	0,0012	0,4	0,2	0,2	
Estación de Muestreo		ASUP-05*	ECA Categoría 1	ECA Categoría 3		
Parámetro	Unidad		A1	D1: Riego de vegetales (RV)	D2: Bebida de animales (BA)	
Pb	mg/L	<0,0002	0,01	0,05	0,05	
Zn	mg/L	0,0802	3	2	24	
Parámetros microbiológicos						
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100mL	<1,8	20	1 000	2	1 000
					0	
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	<1,8	0	1 000	-	-

Fuente: Consorcio WSP, 2018

A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

D1: Riego de vegetales (RV)

D2: Bebida de animales (BA)

Fuente: Laboratorio Inspectorate, 2018

4.1.5 Ubicación de los efluentes de canales laterales del DR Quiulacocha (efl -01 y efl-02)

4.1.5.1 Efluentes domésticos

Los efluentes a utilizar en el riego serán aquellos que se conducen por los canales laterales al DR Quiulacocha, la ubicación del punto de recolección se muestra en el Cuadro 3.6 se detalla la ubicación de los mismos.

Cuadro 4: Ubicación de las estaciones de muestreo

Estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84 (Zona 18)		Altitud (msnm)	Tipo
		Este (m)	Norte (m)		
EFL-01	Ubicado en el canal de la margen derecha del DR Quiulacocha *	359 527	8 816 465	4 270	Efluente doméstico
EFL-02	Ubicado en el canal de la margen izquierda del DR Quiulacocha	360 284	8 817 917	4 287	Efluente doméstico

Fuente: Consorcio WSP, 2018.

* En su recorrido recibiría aportes de la zona de operaciones de cerro SAC y de la ciudad de Pasco.

Con la finalidad de identificar los efluentes domésticos para uso en el riego de las pruebas de barril, se caracterizaron los efluentes que discurren a través de los canales perimetrales del DR Quiulacocha. Por ello, se realizó un muestreo durante la temporada húmeda (abril, 2018). Los resultados se muestran en el Cuadro 0.5.

Cuadro 5: Resultados de parámetros de interés de calidad de efluentes domésticos

Estación de Muestreo	Unidad	EFL-01	EFL-02	ECA Cat. 3 (D.S. N° 004-2017-MINAM)		
				D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
				Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	
Parámetros de campo						
pH	Unidad de pH	7,60	7,14	6,5-8,5		6,5 – 8,4
Conductividad específica	uS/cm	1 668	1 010	2 500		5 000
Oxígeno disuelto	mg/L	5,5	4,8	≥ 4		≥ 5
Temperatura	°C	14,1	12,6	Δ 3		Δ 3
Parámetros fisicoquímicos						
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L SAAM	1,297	4,380	0,2		0,5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L O ₂	17,3	78,7	15		15

Estación de Muestreo	Unidad	EFL-01	EFL-02	ECA Cat. 3 (D.S. N° 004-2017-MINAM)		
				D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
				Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	34,9	175,2	40		40
Metales Totales						
Fe (Tot)	mg/L	14,846	17,656	5		--
Mn (Tot)	mg/L	5,161	2,559	0,2		0,2
Zn (Tot)	mg/L	3,733	2,263	2		24
Parámetros microbiológicos						
Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100ml	16x 10 ²	>16x 10 ⁴	1000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	92x 10	92x 10 ³	1000	--	--

Fuente: **Fuente: Consorcio WSP, 2018**

Nota: Valores en morado por encima de los ECA

Los resultados obtenidos fueron comparados referencialmente con los ECA Categoría 3 para identificar aquellos parámetros de interés (por encima de los ECA Cat. 3).

Todos los parámetros de campo se encontraron dentro del rango establecido en los ECA Cat. 3. Sin embargo, en relación a los parámetros fisicoquímicos, se presentaron valores de parámetros de detergentes S.A.A.M (1,297 mg/L y 4,38 mg/L), DBO5 (17,3 mg/L y 78,7 mg/L), DQO (175,2 mg/L en la estación EFL-02) y oxígeno disuelto (4,8 mg/L en la estación EFL-02) todos fuera del rango establecido en los ECA Cat. 3.

Los parámetros de aniones, se encuentran dentro del rango de los valores establecidos en los ECA Cat. 3 y con respecto a los metales, se han reportado valores de Fe (14,85 mg/L y 17,66 mg/L), Mn (5,16 mg/L y 2,56 mg/L) y Zn (3,73 mg/L y 2,26 mg/L) por encima de los ECA Cat. 3. Finalmente para los parámetros microbiológicos, se presentó valores de coliformes termotolerantes (16×10^2 NMP/100mL y 16×10^4 NMP/100MI) y E. Coli (92×10^3 en la estación EFL-02) muy por encima de los ECA Cat. 3, el cual indica la alta carga microbiológica.

De acuerdo a estos resultados, los efluentes de los canales laterales del DR no serían aptas para su uso directo en el riego de vegetales. Sin embargo, dadas las condiciones del Proyecto y la disponibilidad de fuentes con nutrientes que aporten al crecimiento de las plantas (0,23 mg/L y 0,21 mg/L de fosfatos y 0,163 mg/L y 0,13 mg/L de nitratos) así como el impacto social

positivo que tendría el potencial uso de estos efluentes (que actualmente se vierten sin ningún tipo de tratamiento en el río Ragra) en el cierre del DR (al disminuir la carga de contaminantes tóxicos para el ambiente mediante su uso en el riego); se ha decidido de manera consensuada con AMSAC, el uso de una mezcla de 50 % de cada canal para el riego de los barriles 1 y 3).

Ilustración 9: Visita a los lugares de recolección de efluentes



Fuente: Consorcio WSP, 2018

Nota: Foto A: Efl-02 y Foto B: Efl-01

Para facilitar el proceso de recolección de los efluentes, y debido a la profundidad de los canales, se utilizará un balde y una soga, y el volumen recolectado serán llenados en las galoneras respectivas para los efluentes Efl-01 y Efl-02. La mezcla de efluentes se realizará en la Base Militar, lugar donde se encuentra los barriles.

Ilustración 10: Galoneras habilitadas para la recolección de efluentes y realización de mezcla



Fuente: Consorcio WSP, 2018

Antes de realizar la mezcla de efluentes para el riego se deberá medir los parámetros de campo de los efluentes 1 y 2.

La mezcla agua-efluente será compuesta de 50% de efluentes y 50% de agua natural, o sea 25% de Efl-01, 25 % de Efl-02 y 50% de agua natural. La dilución de los efluentes permitirá aliviar cualquier aumento brusco y excesivo de componentes nocivos para las especies vegetales.

El presenta las cantidades a considerar para los efluentes Efl-01 y Efl-02, y la cantidad de agua natural según la cantidad de mezcla requerida para el riego.

4.1.6 Instalación del barril de prueba

La instalación de barriles tiene cinco (05) etapas:

- Etapa 1: armado de barril

- Etapa 2: instalación de las válvulas laterales de drenaje
- Etapa 3: relleno de barril
- Etapa 4: trasplante vegetal
- Etapa 5: primer riego y homogeneización de la superficie

4.1.6.1 Etapa 1: armado de barril

La preparación de los barriles se debe realizar en un lugar con disponibilidad importante de agua y flujo eléctrico. Para el armado de los barriles se deben desarrollar las siguientes actividades:

- **Corte de fierro:** se debe cortar las dos barras metálicas de la jaula de protección que se encuentran en la parte superior del barril
- **Corte de plástico:** cortar la superficie superior de los barriles para poder abrirlos. El corte debe ser uniforme y lo más recto posible. Se puede realizar el corte usando un cuchillo grueso y sierra.
- **Limpieza:** si los barriles no fueron adquiridos limpios se debe limpiar con agua y detergente, sobre todo el interior

de los barriles, en caso que no sirva remover las grasas u otras sustancias tóxicas utilizar soda caustica.

- **Perforación del orificio de válvula:** Con un taladro, se debe realizar una perforación de $\frac{1}{2}$ " de diámetro y debe ubicarse a un altura de 38 cm para la instalación posterior de la válvula.

En las siguientes ilustraciones se muestra gráficamente las el desarrollo de las principales actividades de armado de los barriles

Ilustración 11: Etapa 1: armado de barril



Luego de haber adecuado los barriles se puede transportarlos hacia el lugar del experimento: Base Militar de Quiluacocho.

4.1.6.2 Etapa 2: instalación de las válvulas laterales de drenaje.

La instalación de las válvulas laterales de drenaje se realiza en dos (02) etapas: la primera es el armado y la instalación del conjunto niple con la unión con rosca y la segunda es la colocación de la tubería PVC y válvula de drenaje.

Ilustración 12: Instalación de la válvula



Fuente: WSP, 2018

4.1.6.3 Etapa 3: relleno de barril

Antes de iniciar el llenado de barril, usando un marcador indeleble, se deberán realizar las marcas de medidas correspondientes a los diferentes insumos del relleno de acuerdo a los diseños de los barriles elaborados por la consultora WSP.

Para el relleno de los barriles se usara el relave recolectado de la zona II de la relavera Qiulachoca más la mezcla del top soil con el guano de ovino de acuerdo a la marca correspondientes.

- **Primera fase de relleno de barril**

En esta primera fase se realiza la mezcla homogénea del relave más agua hasta alcanzar la saturación, es necesario dejar reposar por 8 horas.

Ilustración 13: Llenado de barril con relave y saturación con agua



Fuente: WSP, 2018

- **Instalación del tubo de drenaje**

El tubo PVC de drenaje, se encuentra a la interfaz entre el relave y la materia orgánica.

Para evitar que partículas gruesas de relave o de materia orgánica entren en el tubo y lo obstruyan, se debe trabajar con tres (03) filtros alrededor del tubo, permitiendo solamente la escorrentía del agua del barril. Los filtros usados son malla de plástico, arena gruesa y piedra de ¼" de diámetro.

- Primero se debe colocar la malla de plástico alrededor del tubo. Cuidando mucho la manipulación para no hacer entrar piedras o arena por las ranuras del tubo. Realizar tres (03) vueltas con la malla alrededor del tubo.

Ilustración 14: Instalación del tubo de drenaje



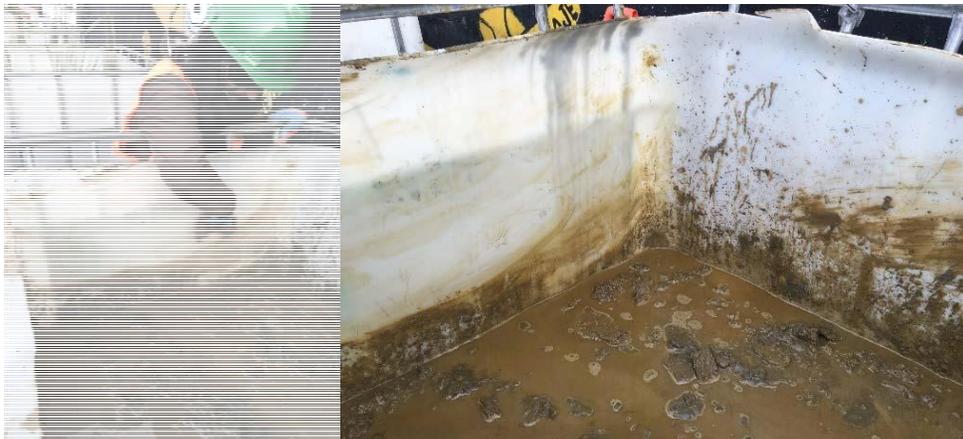
Notas: a. Malla plástica; b. tubo PVC de ½” ranurado; c. y d. Instalación de la piedra y arena gruesa. Fuente: WSP, 2018

- Luego colocar arena gruesa con un espesor de 10 cm, y por último la piedra de ¼” de diámetro colocándose alrededor de la tubería con un espesor de 5 cm.

- **Segunda fase de relleno de barril**

Antes de proceder a la segunda fase de llenado de barril se debe limpiar las paredes del barril de la salpicadura de relaves, asegurando que las reacciones entre los microorganismos contenidos en la materia orgánica se realizarán solamente en la parte de interfaz relave-top soil. De esta manera se prevendrá el efecto negativo de partículas de relave en el crecimiento de las plantas y generará condiciones iguales para todos los barriles, acaso que algunos de los barriles serían más sucios que otros.

Ilustración 15: Limpieza de las paredes del barril



Fuente: WSP, 2018

Luego de haber llenado el barril con relave, de la instalación del tubo de drenaje, y limpieza de las paredes; se puede terminar de llenar el barril con la materia orgánica preparada previamente.

Esta segunda fase se debe realizar con mucho cuidado, para no mezclar tierra orgánica y relave, y conservar una superficie de

interfaz relave-top soil plana, además de no generar nuevas salpicaduras en las paredes del barril.

Llenar el barril hasta 2 cm - 3cm arriba de la marca prevista, previniendo una futura compactación del suelo luego del riego.

Ilustración 16: Llenado del barril con materia orgánica



Fuente: WSP, 2018

4.1.6.4 Etapa 4: trasplante vegetal

El trasplante se realiza en dos etapas: la distribución de las especies según el diseño establecido y el trasplante en sí mismo.

Esta etapa se debe realizar de manera continua; es decir, las plantas luego de ser ubicadas en la superficie del barril deben ser trasplantadas sin espera.

- **Distribución de las especies vegetales en los barriles**

Todos los barriles disponen de la misma distribución de especies vegetales de acuerdo a lo mostrado en el siguiente cuadro.

Cuadro 6: Distribución de especies vegetales

Especie	Individuo por barril	Características	Proveniencia: Locales/ Foráneas
Scirpus californicus	2	Porte alto	Foráneas – Centro Poblado de Huayre, Junín – Bordes del lago Chinchaycocha
Calamagrostis vicunarum	2	Porte corto	Local – Huayre, Junín
Festuca dolichophylla	2	Porte alto	Local – Huayre, Junín
Stipa ichu	2	Porte alto	Local – Huayre, Junín
Distichia muscoides	2	Porte corto	Local – Cuchis Chico, cerca de Cuchis Grande. Cerro de Pasco

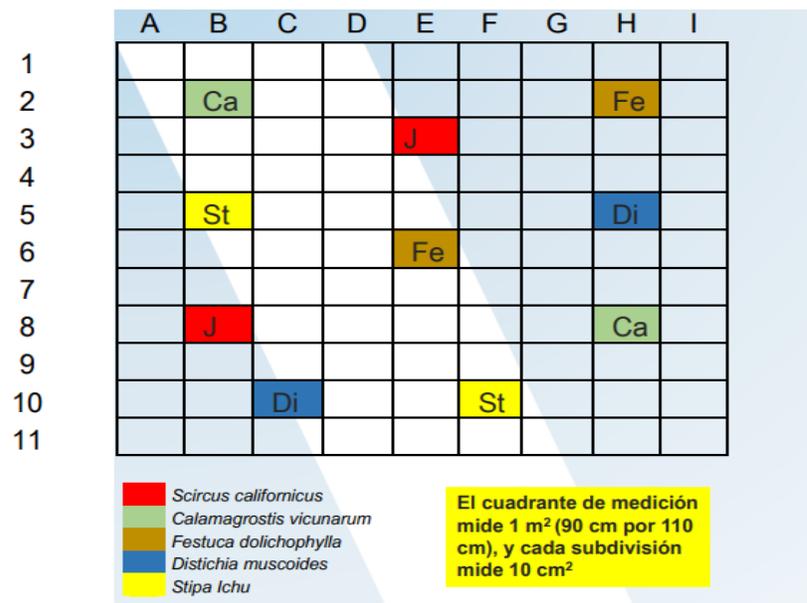
Fuente: WSP, 2018

Para ubicar adecuadamente las especies vegetales en cada barril se consideró un cuadrante de medición de 1 m² (90 cm x 110 cm), y con subdivisiones de 10 cm². El cuadrante se construyó según las medidas de los barriles.

- Superponer el cuadrante arriba del barril, en una posición estable. Considerar la misma orientación del cuadrante por todos los barriles, para facilitar las comparaciones ulteriores entre barriles.
- Posicionar cada planta gracias a su código. Por ejemplo en la posición B2 del cuadrante (posicionado sobre el barril) se debe ubicar una Calamagrostis.

- Luego de posicionar todas las plantas y verificar que cada una esté presente (10 individuos en total), se puede retirar el cuadrante para la próxima etapa.

Ilustración 17: Distribución



Fuente: WSP, 2018

Ilustración 18: Llenado del barril con materia orgánica



Fuente: WPS, 2018

- **Trasplante de las especies**

Las especies vegetales deben ser trasplantadas una por una de acuerdo con la siguiente secuencia de pasos.

- Levantar la especie a trasplantar y abajo con el apoyo de una pala chica realizar un hueco dentro la tierra orgánica. El hueco debe tener un diámetro más grande que el de la circunferencia de las raíces de la planta, por lo menos de 5 cm.
- La profundidad depende de cada planta, pero de igual manera debe ser un poco más profundo que la altura de las raíces. La materia orgánica que se encuentra al fondo del hueco, y que va a estar en contacto no debe ser compactada para permitir el mejor enraizamiento de las plantas.
- Insertar la planta en el hueco y llenar los espacios vacíos con más suelo. Con los dedos compactar un poco el suelo añadido alrededor de la planta.
- El suelo no debe ser demasiado compactado, pero la planta debe mantenerse bien recta y no caer.
- En el caso de las especies *Sircus* y *Distichia* la técnica de trasplante varia un poco, dependiendo del barril. En case de barril sin columna de agua (1, 2 y 3), es mejor

trasplantar un poco más profundo estas dos especies, favoreciendo su recolección de agua. Sircus y Distichia, siendo especies de bofedales soportan muy bien la presencia de charcos de agua.

Ilustración 19: Trasplante de plantas



Fuente: WPS, 2018

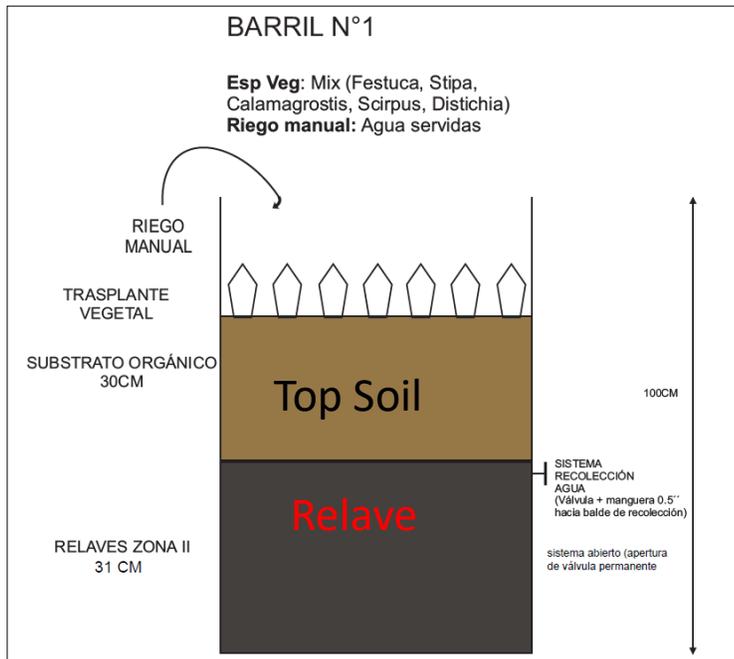
4.1.6.5 Etapa 5: primer riego y homogeneización de la superficie

El primer riego se debe realizar en seguido a cada trasplante. Es muy importante no esperar que las raíces de las plantas empecen a secar. Por el primer riego echar gracias a la regadora para que el riego sea lo más suave posible, entre 15 y 20 litros de agua, dependiendo de la absorción del suelo. Echar por 5 litros a la vez, y esperar entre cada riego.

Después de haber echado 10 litros, espera que baja el nivel de agua y homogeneizar la superficie del barril añadiendo tierra si se necesita para llenar los huecos o charcos de agua. Se debe obtener una superficie de suelo, lo más plano posible.

Si luego de haber echado 15 litros el suelo no absorbe más agua no regar más, si el suelo sigue absorbiendo agua se puede echar 5 litros más.

4.2 DESCRIPCION DE LA CONFIGURACIÓN DE LA PRUEBA DE BARRILES

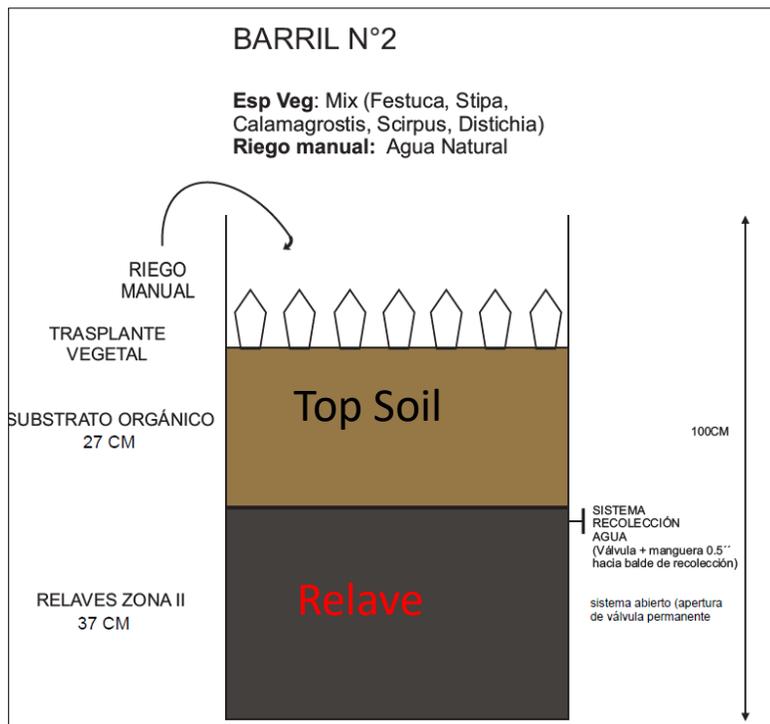


Barril 1 (relave sector 2 + top soil + especies vegetales + riego aguas servidas)

Cierre seco con riego de aguas servidas

Condiciones de operación:

- Inicio de riego con aguas servidas
- Apertura permanente de la válvula
- Frecuencia de riego interdiaria
- Espesor de las capas ajustado

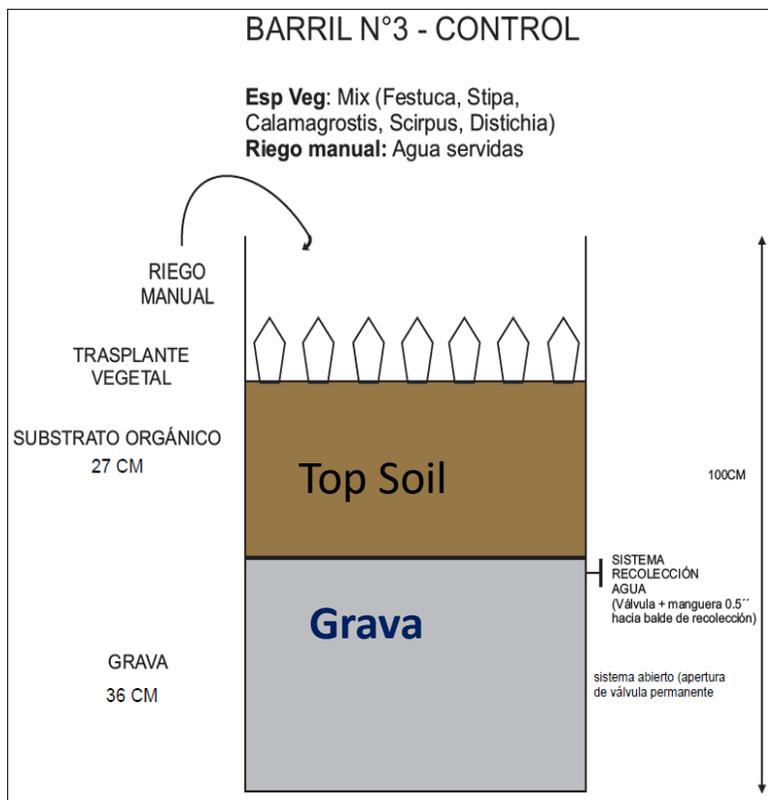


Barril 2 (relave sector 2 + especies vegetales + top soil + riego agua natural)

Cierre seco con fuente de agua natural (precipitación).

Condiciones de operación:

- Apertura permanente de la válvula
- Frecuencia de riego interdiaria
- Espesor de las capas ajustado



Barril 3 (grava+ top soil + riego aguas servidas)

Barril de control (desempeño de especies en ambiente natural) para B-01 y B-02.

Condiciones de operación:

- Inicio de riego con aguas servidas
- Apertura permanente de la válvula
- Frecuencia de riego interdiaria
- Espesor de las capas ajustado

4.3 PRESENTACION, ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Para la presentación de resultados se tiene el % Necromasa, % Densidad, % de musgos y aparición de nuevos individuos asociados, pioneros y fertilidad de las 5 especies seleccionadas para la prueba piloto para los 3 barriles.

La tomada de parámetros de campo (base de datos) y la interpretación de gráficos estadísticos serán esenciales para evaluar los resultados.

4.3.1 Fase adaptación (riego con agua natural)

4.3.1.1 Primer mes de adaptación (08/05/18):

- ✓ Frecuencia de riego: interfirió (semana 1 y 2) / diario (semana 3 y 4)
- ✓ Fuente de riego: Agua natural en todos los barriles
- ✓ Cantidad de riego: Variable en función de semana y condiciones pluviométricas.
- ✓ Cantidad de riego: Variable en función de semana y condiciones pluviométricas.
- ✓ Válvula: Apertura en función del nivel de humedad (B-01, B-02 y B-03)

4.3.1.2 Segundo mes de adaptación (04/06/18):

- ✓ Frecuencia de riego: diario
- ✓ Fuente de riego: Agua natural en todos los barriles
- ✓ Cantidad de riego: 5 L , excepción: pluviómetro > 1 cm
- ✓ Válvula: Apertura en función del nivel de humedad (B-01, B-02 y B-03)

4.3.1.3 Interpretación visual de adaptabilidad de especies en los barriles 1, 2 y 3 en los dos primeros meses de adaptación (08/05/18 - 04/06/18):

❖ Evaluación de campo

- ✓ Respuestas similares a la trasplantación
- ✓ Hay tiempos de adaptación diferentes.
- ✓ Rebrote de especies a partir del primer mes de adaptación.
- ✓ Calamagrostis, Festuca y Stipa han pasado por un proceso de secamiento para luego rebrotar (hojas nuevas).
- ✓ Scirpus y Distichia se mantuvieron sin cambios durante los dos (02) meses de adaptación.
- ✓ Scirpus y Distichia más tolerantes (desección) que las Poaceas.

Cuadro 7: Parámetros biológicos y condiciones de campo - 08/05/2018

Parámetros		Barril 1	Barril 2	Barril 3
fecha		08/05/2018	08/05/2018	08/05/2018
Especies vegetales y bacterias				
Aparición de nuevas especies: Si/No, que tipo: Plantas, Musgo, Lichen, etc.		si	si	si
Estado global visual de los individuos: Muy malo, Malo, Regular, Bueno, Muy bueno		malo	malo	malo
Nuevo Individuo (Pionero)		no	no	no
Individuo asociado		si	si	si
Fertilidad de las especies		si	si	si
Cobertura vegetal relativa (%) con relación a la superficie total del barril	Calamogrostis	9.5	7	12
	Distichia	18.8	17.5	18
	Festuca	6	5.5	6.5
	Scirpus	5	3.5	2.5
	Stipa	8.5	7.5	7.5
	Total %	47.8	41	46.5
(% De necromasa de las especies	Calamogrostis	11	11.8	10.3
	Distichia	1.7	2	1.5
	Festuca	7.5	8.5	9
	Scirpus	4.5	2	3
	Stipa	18.5	12.5	13.8
	Total %	43.2	36.8	37.6
Humedad del suelo				
Suelo superficial Mojado, Muy húmedo, Húmedo, Seco, Muy seco		mojado	mojado	mojado
Presencia de una costra superficial o fisuras : Si/No, indicar algunas características: color, grosor, etc Poner los datos en función del porcentaje del área del barril		no	no	no
Suelo a 10 cm de profundidad: Mojado, Muy húmedo, Húmedo, Seco, Muy seco		mojado	mojado	mojado
Condiciones climáticas semanales				
Presencia de lluvias		no		
Números de días de lluvia en el mes		sin presencia de lluvias		
Presencia de vientos intensos: Si/No		no		
Números de días de viento al mes		0		
Humedad relativa del aire (muy húmedo, húmedo, regular, seco, muy seco)		regular		
Radiaciones solares: Fuerte, Regular, Débil		fuerte		

Fuente: propia

Cuadro 8: Parámetros biológicos y condiciones de campo - 04/06/2018

Parámetros	Barril 1	Barril 2	Barril 3	
fecha	04/06/2018	04/06/2018	04/06/2018	
Especies vegetales y bacterias				
Aparición de nuevas especies: Si/No, que tipo: Plantas, Musgo, Lichen, etc.	si	si	si	
Estado global visual de los individuos: Muy malo, Malo, Regular, Bueno, Muy bueno	regular	malo	regular	
Nuevo Individuo (Pionero)	no	no	no	
Individuo asociado	si	si	si	
Fertilidad de las especies	si	si	si	
Cobertura vegetal densidad (%) con relación a la superficie total del barril	Calamogrostis	10	7.5	13
	Distichia	18.5	18.5	18
	Festuca	7.5	8	7.5
	Scirpus	5	4	3
	Stipa	8.5	8.5	8
	Total %	49.5	46.5	49.5
(% De necromasa de las especies)	Calamogrostis	18.5	11.6	14
	Distichia	3.5	1.5	2
	Festuca	9	7.5	9.5
	Scirpus	8.5	2	3
	Stipa	16	7.5	13.5
	Total %	55.5	30.1	42
Humedad del suelo				
Suelo superficial Mojado, Muy húmedo, Húmedo, Seco, Muy seco	mojado	mojado	mojado	
Presencia de una costra superficial o fisuras : Si/No, indicar algunas características: color, grosor, etc Poner los datos en funcion del porcentaje del area del barril	no	no	no	
Suelo a 10 cm de profundidad: Mojado, Muy húmedo, Húmedo, Seco, Muy seco	muy mojado	muy mojado	muy mojado	
Condiciones climáticas semanales				
Presencia de lluvias	si			
Números de días de lluvia en el mes	2 días de presipitación			
Presencia de vientos intensos: Si/No	no			
Números de días de viento al mes	0			
Humedad relativa del aire (muy húmedo, húmedo, regular, seco, muy seco)	seco			
Radiaciones solares: Fuerte, Regular, Débil	fuerte			

Fuente: propia

4.3.2 Fase de operación (riego con efluentes):

4.3.2.1 Primer y segundo mes de operación (31/07/18 - 04/09/18):

- ✓ Frecuencia de riego: interdiario
- ✓ Fuente de riego: Aguas servidas (B-01, B-03), agua natural (B-02)
- ✓ Válvula: Apertura permanente (B-01, B-02 y B-03)

4.3.2.2 Interpretación visual de adaptabilidad de especies en la fase de operación de los barriles 1, 2 y 3 de los meses (31/07/18 - 04/09/18):

❖ Evaluaciones en campo:

- ✓ Aparición de especies asociadas en los barriles 1, 2 y 3.
- ✓ Aparición de especies pioneras en los barriles 1, 2 y 3.
- ✓ Identificación de especies en florecimiento (fertilidad) barriles 1, 2 y 3.
- ✓ Aparición de musgos en el barriles 1, en el primer mes un 60% y el segundo mes 70%.
- ✓ Aparición de musgos en el barriles 2, en el primer mes un 30% y el segundo mes 45%.
- ✓ Aparición de musgos en el barriles 3, en el primer mes un 65% y el segundo mes 85%.

Cuadro 9: Parámetros biológicos y condiciones de campo - 31/07/2018

Parámetros	Barril 1	Barril 2	Barril 3	
fecha	31/07/2018	31/07/2018	31/07/2018	
Especies vegetales y bacterias				
Aparición de nuevas especies: Si/No, que tipo: Plantas, Musgo, Lichen, etc.	precencia de nuevas plantas y 60% de musgos	precencia de nuevas plantas y 30% de musgos	precencia de nuevas plantas y 65% de musgos	
Estado global visual de los individuos: Muy malo, Malo, Regular, Bueno, Muy bueno	regular	malo	bueno	
Nuevo Individuo (Pionero)	no	si	si	
Individuo asociado	si	si	si	
Fertilidad de las especies	no	no	no	
Cobertura vegetal densidad (%) con relación a la superficie total del barril	Calamogrostis	10.2	8.6	13.8
	Distichia	18.5	18	18.3
	Festuca	9.5	10.4	9.3
	Scirpus	5.4	6	3.5
	Stipa	13	7.3	7.8
	Total %	56.6	50.3	52.7
(% De necromasa de las especies	Calamogrostis	15.9	8.8	16
	Distichia	2.3	2.3	1.4
	Festuca	8	5	8
	Scirpus	4.9	1.3	2
	Stipa	7	13	14.8
	Total %	38.1	30.4	42.2
Humedad del suelo				
Suelo superficial Mojado, Muy húmedo, Húmedo, Seco, Muy seco	mojado	mojado	mojado	
Presencia de una costra superficial o fisuras : Si/No, indicar algunas características: color, grosor, etc Poner los datos en funcion del porcentaje del area del barril	no	no	no	
Suelo a 10 cm de profundidad: Mojado, Muy húmedo, Húmedo, Seco, Muy seco	mojado	mojado	mojado	
Condiciones climáticas semanales				
Presencia de lluvias	si			
Números de días de lluvia en el mes	2 días de presipitación			
Presencia de vientos intensos: Si/No	no			
Números de días de viento al mes	0			
Humedad relativa del aire (muy húmedo, húmedo, regular, seco, muy seco)	seco			
Radiaciones solares: Fuerte, Regular, Débil	fuerte			

Fuente: propia

Cuadro 10: Parámetros biológicos y condiciones de campo - 04/09/2018

Parámetros		Barril 1	Barril 2	Barril 3
fecha		04/09/2018	04/09/2018	04/09/2018
Especies vegetales y bacterias				
Aparición de nuevas especies: Si/No, que tipo: Plantas, Musgo, Lichen, etc.		precencia de nuevas plantas y 70% de musgos	precencia de nuevas plantas y 45% de musgos	precencia de nuevas plantas y 85% de musgos
Estado global visual de los individuos: Muy malo, Malo, Regular, Bueno, Muy bueno		bueno	bueno	bueno
Nuevo Individuo (Pionero)		si	si	si
Individuo asociado		si	si	si
Fertilidad de las especies		no	no	no
Cobertura vegetal densidad (%) con relación a la superficie total del barril	Calamagrostis	11.4	6.5	7.8
	Distichia	18.6	18.2	18.5
	Festuca	10.2	12	9.9
	Scirpus	5.7	6.7	3.65
	Stipa	12.2	9.5	8.1
	Total %	58.1	52.9	47.95
(% De necromasa de las especies	Calamagrostis	15.7	9.8	16.7
	Distichia	2.4	2	1.2
	Festuca	7.2	3.5	7.3
	Scirpus	4.5	1.6	1.8
	Stipa	6.7	8	13.5
	Total %	36.5	24.9	40.5
Humedad del suelo				
Suelo superficial Mojado, Muy húmedo, Húmedo, Seco, Muy seco		mojado	mojado	mojado
Presencia de una costra superficial o fisuras : Si/No, indicar algunas características: color, grosor, etc Poner los datos en funcion del porcentaje del area del barril		no	no	no
Suelo a 10 cm de profundidad: Mojado, Muy húmedo, Húmedo, Seco, Muy seco		mojado	mojado	mojado
Condiciones climáticas semanales				
Presencia de lluvias		si		
Números de días de lluvia en el mes		4 días de presipitación		
Presencia de vientos intensos: Si/No		no		
Números de días de viento al mes		0		
Humedad relativa del aire (muy húmedo, húmedo, regular, seco, muy seco)		seco		
Radiaciones solares: Fuerte, Regular, Débil		muy fuerte		

Fuente: propia

4.3.3 Registros de Parámetros de Medición del Barril N° 1

Las pruebas a escala piloto se iniciaron el 08 de abril del 2018, los 2 primeros meses de inicio del proyecto fue la fase de adaptación ya que en estos meses los riegos se realizó con agua natural a los 3 barriles y los próximos meses con aguas servidas al barril 1,3 y al barril 2 con agua natural; en los siguientes Cuadros se muestra el registro del barril N° 1 de las siguientes fechas.

Cuadro 11: Registro de parámetros de medición en campo Barril 1 – 08/05/18

Barril	N°	Ind	Esp	Subplot	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	% Densidad	% Necromasa	Nuevo Individuo (Pionero)	Individuo asociado	Fertilidad	comentario
1	1	1-B2	Ca	B2	15	16	11	70	40	0	0	1	
1	2	1-B5	St	B5	45	18	15	40	95	0	0	0	
1	3	1-B8	Sc	B8	50	11	8	25	20	0	1	0	
1	4	1-C10	Di	C10	6	19	12	93	7	0	4	0	1Ca, 3Plantago- Asociados
1	5	1-E3	Sc	E3	50	11	8	25	25	0	0	0	
1	6	1-E6	Fe	E6	40	15	8.5	25	30	0	0	1	
1	7	1-F10	St	F10	30	12	6	45	90	0	0	0	
1	8	1-H2	Fe	H2	40	13	8	35	45	0	0	1	
1	9	1-H5	Di	H5	5	15	12	95	10	0	5	0	5 Plantago- Asociados
1	10	1-H8	Ca	H8	10	17	11	25	70	0	0	0	
total								478	432	0	10	3	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 12: Registro de parámetros de medición en campo Barril 1 – 04/06/18

Barril	N°	Ind	Esp	Subplot	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	% Densidad	% Necromasa	Nuevo Individuo (Pionero)	Individuo asociado	Fertilidad	comentario
1	1	1-B2	Ca	B2	14	12	10	70	90	0	0	1	
1	2	1-B5	St	B5	18	16	14	40	85	0	0	0	
1	3	1-B8	Sc	B8	50	11	8	25	50	0	1	0	Secándose
1	4	1-C10	Di	C10	6	19	12	90	25	0	5	0	Secándose
1	5	1-E3	Sc	E3	50	13	8	25	35	0	0	0	Amarillándose
1	6	1-E6	Fe	E6	14	14	9	30	50	0	0	0	
1	7	1-F10	St	F10	18	10	6	45	75	0	0	0	
1	8	1-H2	Fe	H2	22	14	10	45	40	0	0	1	
1	9	1-H5	Di	H5	5	15	12	95	10	0	1	0	1Ca, plantago - Asociado
1	10	1-H8	Ca	H8	4	12	8	30	95	0	0	1	
total								495	555	0	7	3	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 13: Registro de parámetros de medición en campo Barril 1 – 31/07/18

Barril	N°	Ind	Esp	Subplot	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	% Densidad	% Necromasa	Nuevo Individuo (Pionero)	Individuo asociado	Fertilidad	comentario
1	1	1-B2	Ca	B2	10	14	9	72	60	0	1	0	Existe competencia y rebrote
1	2	1-B5	St	B5	30	17	16	70	45	0	0	0	Rebrote
1	3	1-B8	Sc	B8	38	13	12	30	15	0	1	0	Rebrote
1	4	1-C10	Di	C10	6.2	20	14	91	15	0	2	0	Rebrote
1	5	1-E3	Sc	E3	35	12	9	24	34	0	1	0	Rebrote
1	6	1-E6	Fe	E6	17	22	20	40	45	0	0	0	Rebrote
1	7	1-F10	St	F10	35	18	16	60	25	0	1	0	
1	8	1-H2	Fe	H2	24	16	14	55	35	0	1	0	Existe competencia y rebrote
1	9	1-H5	Di	H5	5.2	16	10	96	8	0	2	0	Ca, Plantago-Asociados
1	10	1-H8	Ca	H8	5	13	5	30	99	0	0	0	Brote
total								568	381	0	9	0	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 14: Registro de parámetros de medición en campo Barril 1 – 04/09/18

Barril	N°	Ind	Esp	Subplot	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	% Densidad	% Necromassa	Nuevo Individuo (Pionero)	Individuo asociado	Fertilidad	comentario
1	1	1-B2	Ca	B2	11	16	10.5	74	58	0	1	0	Existe competencia y rebrote
1	2	1-B5	St	B5	30.5	18	16	72	44	0	1	0	Rebrote
1	3	1-B8	Sc	B8	38.5	15	12	31	14	2	1	0	Rebrote, 2 indiv. Nuevos
1	4	1-C10	Di	C10	6.5	20	14	89	17	0	2	0	Rebrote
1	5	1-E3	Sc	E3	38	15	10	26	31	1	2	0	Rebrote y 3 indiv. Nuevos
1	6	1-E6	Fe	E6	18	22	16	45	41	0	1	0	Rebrote
1	7	1-F10	St	F10	15	15	10	50	23	0	1	0	
1	8	1-H2	Fe	H2	18	16.5	13	57	31	0	1	0	Existe competencia y rebrote
1	9	1-H5	Di	H5	6.2	17	12	97	7	0	2	0	
1	10	1-H8	Ca	H8	6.5	16	10	40	99	0	1	0	
total								581	365	3	13	0	

Fuente: Elaboración Propia

4.3.4 Registros de Parámetros de Medición del Barril N° 2

Las pruebas a escala piloto se iniciaron el 08 de abril del 2018, los 2 primeros meses de inicio del proyecto fue la fase de adaptación ya que en estos meses los riegos se realizó con agua natural a los 3 barriles y los próximos meses con aguas servidas al barril 1,3 y al barril 2 con agua natural; en los siguientes Cuadros se muestra el registro del barril N° 2 de las siguientes fechas.

Cuadro 15: Registro de parámetros de medición en campo Barril 2 – 08/05/18

Barril	N°	Ind	Esp	Subplot	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	% Densidad	% Necromasa	Nuevo Individuo (Pionero)	Individuo asociado	Fertilidad	comentario
2	11	2-B2	Ca	B2	7	12	7	45	20	0	0	1	
2	12	2-B5	St	B5	80	21	7	45	50	0	0	0	
2	13	2-B8	Sc	B8	31	10	7	20	10	0	1	0	
2	14	2-C10	Di	C10	4	19	12	80	15	0	1	0	1 (Plantago)- Asociados
2	15	2-E3	Sc	E3	45	6	5	15	10	0	1	0	
2	16	2-E6	Fe	E6	30	16	11	30	45	0	0	1	
2	17	2-F10	St	F10	50	16	11	30	75	0	0	1	
2	18	2-H2	Fe	H2	30	15	9	25	40	0	0	1	
2	19	2-H5	Di	H5	1.5	14	8	95	5	0	1	0	1 (Plantago)- Asociados
2	20	2-H8	Ca	H8	13	7	7	25	98	0	0	1	
total								410	368	0	4	5	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 16: Registro de parámetros de medición en campo Barril 2 – 04/06/18

Barril	N°	Ind	Esp	Subplot	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	% Densidad	% Necromassa	Nuevo Individuo (Pionero)	Individuo asociado	Fertilidad	comentario
2	11	2-B2	Ca	B2	12	13	9	50	18	0	0	1	
2	12	2-B5	St	B5	31	20	14	45	40	0	0	0	
2	13	2-B8	Sc	B8	32	10	7	25	10	0	1	0	
2	14	2-C10	Di	C10	45	19	12	90	10	0	1	0	
2	15	2-E3	Sc	E3	45	7	5	15	10	0	1	0	
2	16	2-E6	Fe	E6	15	22	12	40	40	0	0	1	
2	17	2-F10	St	F10	30	17	14	40	35	0	0	0	
2	18	2-H2	Fe	H2	16	13	8	40	35	0	0	1	
2	19	2-H5	Di	H5	2	15	13	95	5	0	1	0	
2	20	2-H8	Ca	H8	6	13	9	25	98	0	0	0	Brotes
total								465	301	0	4	3	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 17: Registro de parámetros de medición en campo Barril 2 – 31/07/18

Barril	N°	Ind	Esp	Subplot	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	% Densidad	% Necromassa	Nuevo Individuo (Pionero)	Individuo asociado	Fertilidad	comentario
2	11	2-B2	Ca	B2	12	13	9	58	20	0	1	0	Rebrote
2	12	2-B5	St	B5	32	19	12	35	60	0	1	0	Rebrote
2	13	2-B8	Sc	B8	32	18	10	40	8	1	1	0	Rebrote
2	14	2-C10	Di	C10	6	17	12	85	15	0	1	0	Rebrote
2	15	2-E3	Sc	E3	48	21	8	20	5	1	1	0	Rebrote
2	16	2-E6	Fe	E6	19	19	12	49	20	0	1	0	Rebrote
2	17	2-F10	St	F10	26	13	11	38	70	0	1	0	Existe competencia y rebrote
2	18	2-H2	Fe	H2	18	14	8	55	30	0	1	0	Existe competencia y rebrote
2	19	2-H5	Di	H5	2	16	9	95	8	0	1	0	
2	20	2-H8	Ca	H8	6.5	14	10	28	68	0	1	0	Rebrote
total								503	304	2	10	0	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 18: Registro de parámetros de medición en campo Barril 2 – 04/09/18

Barril	N°	Ind	Esp	Subplot	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	% Densidad	% Necromassa	Nuevo Individuo (Pionero)	Individuo asociado	Fertilidad	comentario
2	11	2-B2	Ca	B2	12	14	9.5	60	18	0	1	0	Rebrote
2	12	2-B5	St	B5	36	19	18	55	60	0	1	0	Rebrote
2	13	2-B8	Sc	B8	33	17	11	45	8	2	1	0	Rebrote
2	14	2-C10	Di	C10	6	19	12	87	13	0	1	0	Rebrote
2	15	2-E3	Sc	E3	30	40	9	22	8	2	1	0	Rebrote
2	16	2-E6	Fe	E6	19	20	17	60	15	0	1	0	Rebrote
2	17	2-F10	St	F10	31	21	12	40	20	0	1	0	Existe competencia y rebrote
2	18	2-H2	Fe	H2	18.5	16	15	60	20	0	1	0	Existe competencia y rebrote
2	19	2-H5	Di	H5	4	16	9	95	7	0	1	0	
2	20	2-H8	Ca	H8	5	3	4	5	80	0	1	0	Rebrote
total								529	249	4	10	0	

Fuente: Elaboración Propia

4.3.5 Registros de Parámetros de Medición del Barril N° 3

Las pruebas a escala piloto se iniciaron el 08 de abril del 2018, los 2 primeros meses de inicio del proyecto fue la fase de adaptación ya que en estos meses los riegos se realizó con agua natural a los 3 barriles y los próximos meses con aguas servidas al barril 1,3 y al barril 2 con agua natural; en los siguientes Cuadros se muestra el registro del barril N° 3 de las siguientes fechas.

Cuadro 19: Registro de parámetros de medición en campo Barril 3 – 08/05/18

Barril	N°	Ind	Esp	Subplot	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	% Densidad	% Necromasa	Nuevo Individuo (Pionero)	Individuo asociado	Fertilidad	comentario
3	21	3-B2	Ca	B2	13	6	5	80	88	0	1	1	
3	22	3-B5	St	B5	42	11	9	45	40	0	1	0	
3	23	3-B8	Sc	B8	12.5	8	5	10	10	0	1	0	
3	24	3-C10	Di	C10	3	20	11	90	10	0	1	0	
3	25	3-E3	Sc	E3	23	10	8	15	20	0	0	0	
3	26	3-E6	Fe	E6	36	14	10	30	45	0	0	1	
3	27	3-F10	St	F10	44	19	8	30	98	0	0	0	
3	28	3-H2	Fe	H2	33.5	9	5	35	45	0	0	1	
3	29	3-H5	Di	H5	5.5	16	13	90	5	0	1	0	
3	30	3-H8	Ca	H8	17	12	11	40	15	0	1	1	
total								465	376	0	6	4	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 20: Registro de parámetros de medición en campo Barril 3 – 04/06/18

Barril	N°	Ind	Esp	Subplot	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	% Densidad	% Necromasa	Nuevo Individuo (Pionero)	Individuo asociado	Fertilidad	comentario
3	21	3-B2	Ca	B2	15	8	5	80	60	0	0	1	
3	22	3-B5	St	B5	42	16	12	45	40	0	0	1	
3	23	3-B8	Sc	B8	12	8	5	10	15	0	1	0	Secándose
3	24	3-C10	Di	C10	3	20	11	90	10	0	1	0	
3	25	3-E3	Sc	E3	23	9	7	20	15	0	0	0	
3	26	3-E6	Fe	E6	17	14	8	35	45	0	0	1	
3	27	3-F10	St	F10	26	20	9	35	95	0	0	0	Brotos
3	28	3-H2	Fe	H2	24	9	5	40	50	0	0	0	
3	29	3-H5	Di	H5	6	16	13	90	10	0	1	0	
3	30	3-H8	Ca	H8	10	12	10	50	80	0	0	0	
total								495	420	0	3	3	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 21: Registro de parámetros de medición en campo Barril 3 – 31/07/18

Barril	N°	Ind	Esp	Subplot	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	% Densidad	% Necromasa	Nuevo Individuo (Pionero)	Individuo asociado	Fertilidad	comentario
3	21	3-B2	Ca	B2	15	7.8	4.7	85	90	0	1	0	Existe competencia y se está secando
3	22	3-B5	St	B5	43	16.5	13	48	52	0	1	0	Rebrote
3	23	3-B8	Sc	B8	13	8	5	12	10	0	2	0	Rebrote
3	24	3-C10	Di	C10	3.2	21	13	93	6	0	2	0	
3	25	3-E3	Sc	E3	24	8.9	7.2	23	10	1	1	0	Rebrote
3	26	3-E6	Fe	E6	17.4	16	12	48	20	0	1	0	Rebrote
3	27	3-F10	St	F10	25	21	10	30	96	0	1	0	12 Brotes
3	28	3-H2	Fe	H2	25	10	6	45	60	0	1	0	
3	29	3-H5	Di	H5	6.4	17	13.5	90	8	0	1	0	
3	30	3-H8	Ca	H8	10	11	12	53	70	0	2	0	Rebrote
total								527	422	1	13	0	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 22: Registro de parámetros de medición en campo Barril 3 – 04/09/18

Barril	N°	Ind	Esp	Subplot	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	% Densidad	% Necromassa	Nuevo Individuo (Pionero)	Individuo asociado	Fertilidad	comentario
3	21	3-B2	Ca	B2	17	8.2	5	90	98	0	1	0	Existe competencia y se está secando
3	22	3-B5	St	B5	44	21	20	50	40	0	1	0	Rebote
3	23	3-B8	Sc	B8	24	13	7	13	9	0	2	0	
3	24	3-C10	Di	C10	3.3	21.5	14	94	5	0	2	0	
3	25	3-E3	Sc	E3	25	15	9	23.5	9	3	1	0	Rebote
3	26	3-E6	Fe	E6	19	14	13	49	18	0	1	0	Rebote
3	27	3-F10	St	F10	25	22	11	31	95	0	1	0	16 Rebrote
3	28	3-H2	Fe	H2	28	14	10	50	55	0	1	0	
3	29	3-H5	Di	H5	6.5	18	14	91	7	0	1	0	
3	30	3-H8	Ca	H8	10	14	13	58	69	0	2	0	Rebote
total								549.5	405	3	13	0	

Fuente: Elaboración Propia

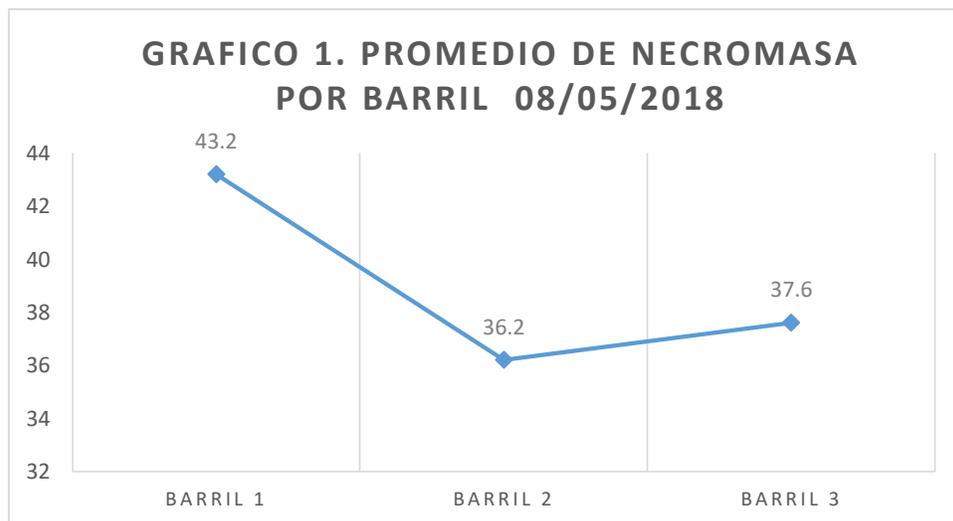
4.3.6 Presentación de datos

Para la presentación de resultados se tiene:

- ✓ **Promedios en Porcentaje de NECROMASA por BARRIL.**

Cuadro 23: Promedio de necromasa por barril

PROMEDIO DE NECROMASA POR BARRIL	
N°	08/05/2018
Barril 1	43.2
Barril 2	36.2
Barril 3	37.6



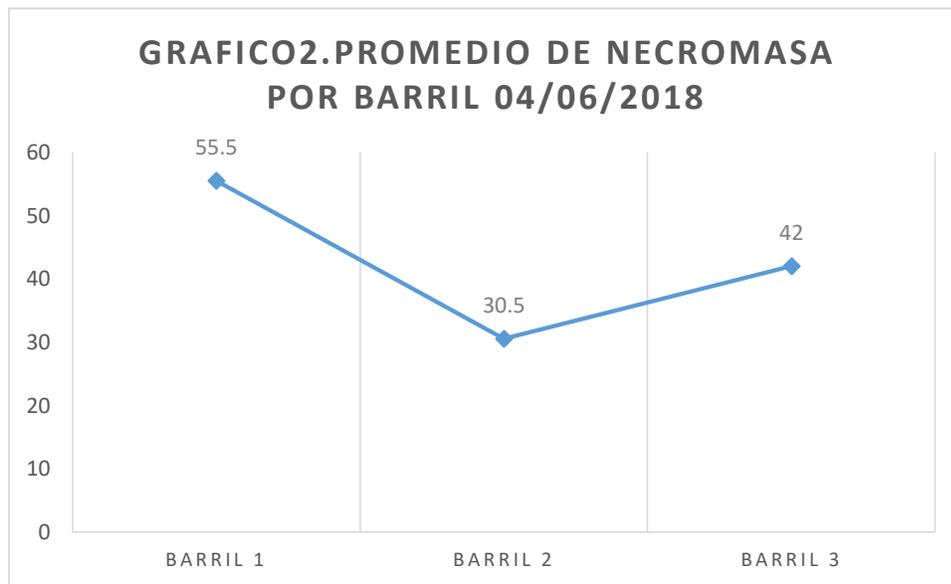
Fuente: Elaboración Propia

El barril que tiene mayor cantidad de necromasa es el Barril N°1.

Como se ve en el Cuadro 11, se encuentran las especies con un porcentaje de Necromasa y son; Ca 1,1; Di 1,7; Fe 7.5; Sc 4,5; St 18,5.

Cuadro 24: Promedio de necromasa por barril

PROMEDIO DE NECROMASA POR BARRIL	
N°	04/06/2018
Barril 1	55.5
Barril 2	30.5
Barril 3	42



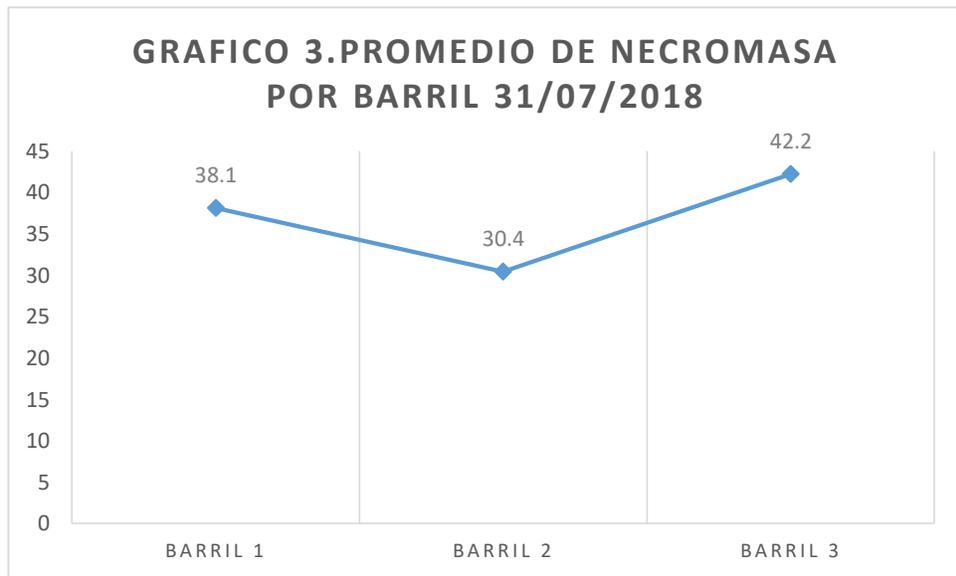
Fuente: Elaboración Propia

El barril que tiene mayor cantidad de necromasa es el Barril N°1.

Como se ve en el Cuadro 12, se encuentran las especies con un porcentaje de Necromasa y son; Ca 18,5; Di 3,5; Fe 9; Sc 8,5; St 16.

Cuadro 25: Promedio de necromasa por barril

PROMEDIO DE NECROMASA POR BARRIL	
N°	31/07/2018
Barril 1	38.1
Barril 2	30.4
Barril 3	42.2

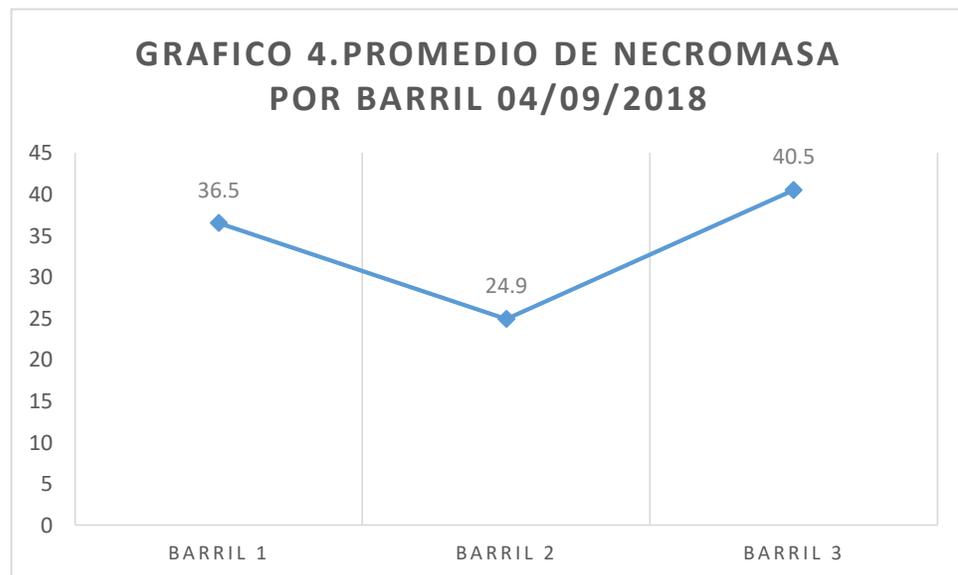


Fuente: Elaboración Propia

El barril que tiene mayor cantidad de necromasa es el Barril N°3. Como se ve en el Cuadro 21, se encuentran las especies con un porcentaje de Necromasa y son; Ca 16; Di 1,4; Fe 8; Sc 2; St 14,8.

Cuadro 26: Promedio de necromasa por barril

PROMEDIO DE NECROMASA POR BARRIL	
N°	04/09/2018
Barril 1	36.5
Barril 2	24.9
Barril 3	40.5



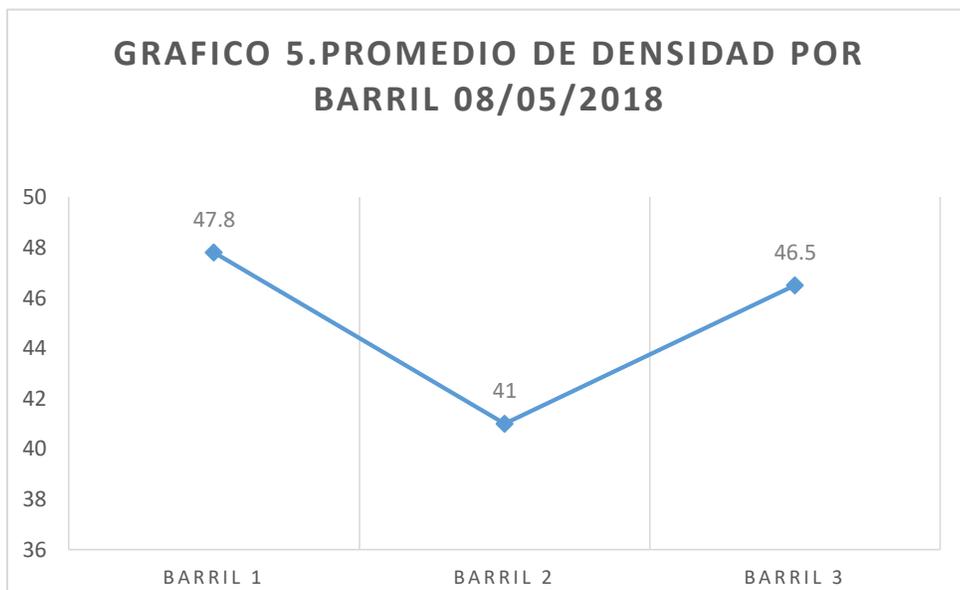
Fuente: Elaboración Propia

El barril que tiene mayor cantidad de necromasa es el Barril N°3. Como se ve en el Cuadro 21, se encuentran las especies con un porcentaje de Necromasa y son; Ca 16,7; Di 1,2; Fe 7,3; Sc 1,8; St 13.5.

✓ **Promedios en Porcentaje de DENSIDAD por BARRIL.**

Cuadro 27: Promedio de Densidad por barril

PROMEDIO DE DENSIDAD POR BARRIL	
N°	08/05/2018
Barril 1	47.8
Barril 2	41
Barril 3	46.5



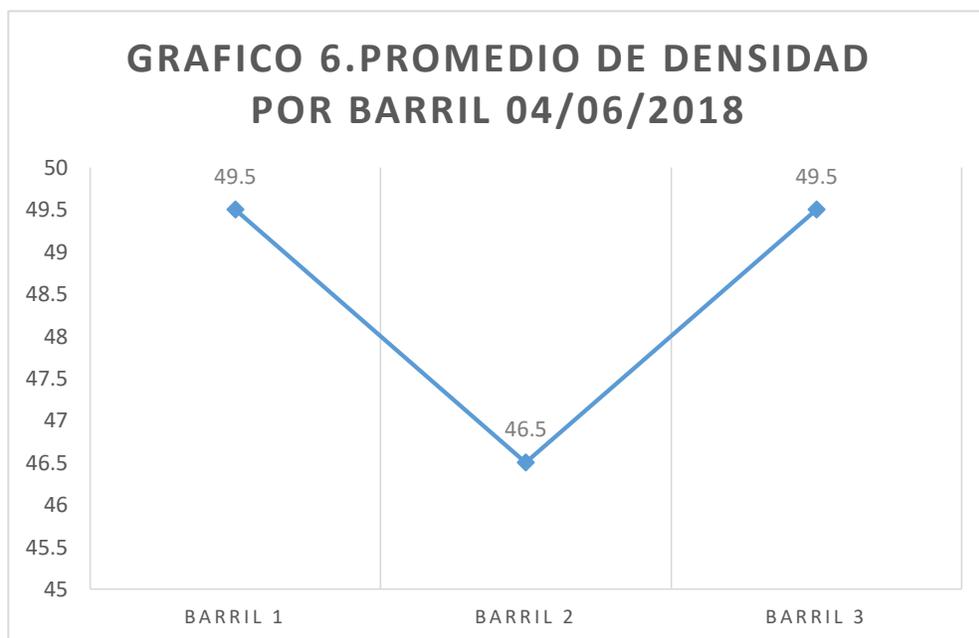
Fuente: Elaboración Propia

El barril que tiene mayor cantidad de Densidad es el Barril N°1.

Como se ve en el Cuadros 11, se encuentran las especies con mayor densidad y son; Ca 9,5; Di 18,8; Fe 6; Sc 5; St 8.5.

Cuadro 28: Promedio de Densidad por barril

PROMEDIO DE DENSIDAD POR BARRIL	
N°	04/06/2018
Barril 1	49.5
Barril 2	46.5
Barril 3	49.5

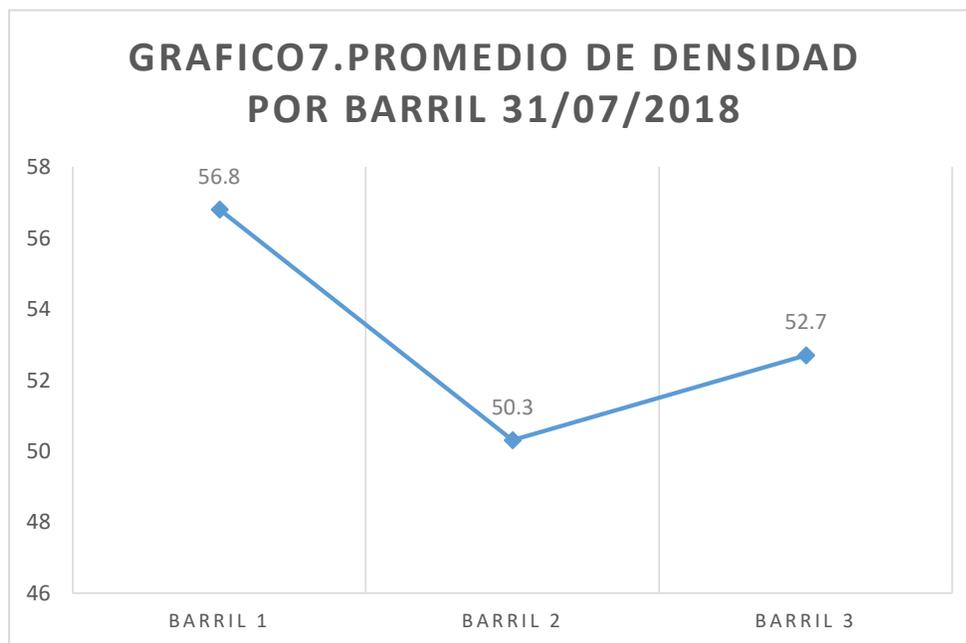


Fuente: Elaboración Propia

El Barril N° 1 y N° 2 tienen la misma Densidad de vegetales. Como se ve en los Cuadros 12 y 20 respectivamente, se encuentran las especies con mayor densidad y son; Barril N° 1 Ca 10; Di 18,5; Fe 7,5; Sc 5; St 8,5 y Barril N° 3 Ca 13; Di 18; Fe 7,5; Sc 3; St 8.

Cuadro 29: Promedio de Densidad por barril

PROMEDIO DE DENSIDAD POR BARRIL	
N°	31/07/2018
Barril 1	56.8
Barril 2	50.3
Barril 3	52.7

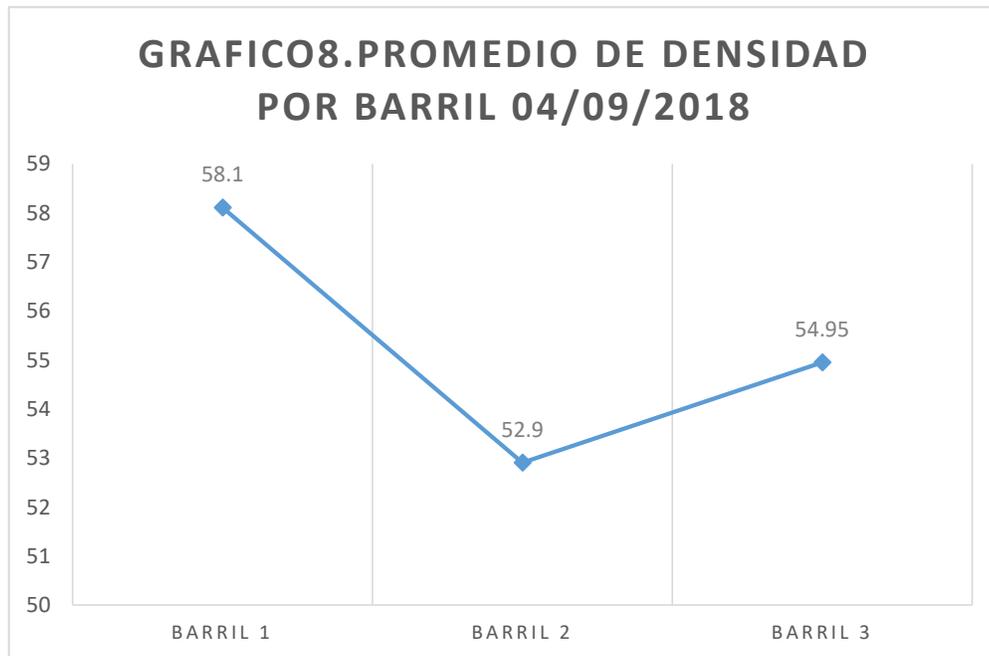


Fuente: Elaboración Propia

El barril que tiene mayor cantidad de Densidad es el Barril N°1.
Como se ve en el Cuadros 11, se encuentran las especies con mayor densidad y son; Ca 10,2; Di 18,7; Fe 9,5; Sc 5,4; St 13.

Cuadro 30: Promedio de Densidad por barril

PROMEDIO DE DENSIDAD POR BARRIL	
N°	04/09/2018
Barril 1	58.1
Barril 2	52.9
Barril 3	54.95



Fuente: Elaboración Propia

El barril que tiene mayor cantidad de Densidad es el Barril N°1.

Como se ve en el Cuadros 11, se encuentran las especies con mayor densidad y son; Ca 11,4; Di 18,6; Fe 10,2; Sc 5,7; St 12,2.

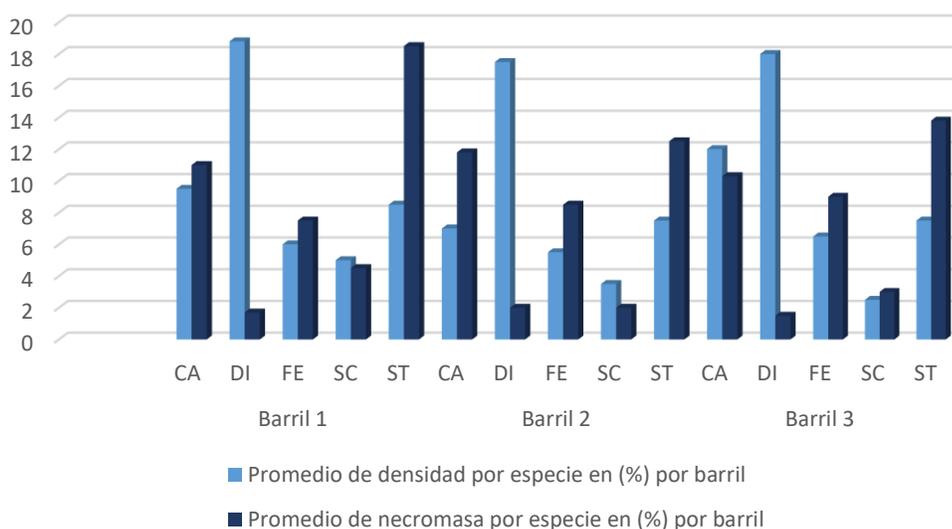
✓ **Promedios en Porcentaje de DENSIDAD Y NECROMASA**

Cuadro 31: % de especie por barril

(%) DE ESPECIE POR BARRIL				
Fecha	Barril	Eps	Promedio de densidad por especie en (%) por barril	Promedio de necromasa por especie en (%) por barril
08/05/2018	Barril 1	CA	9.5	11
		DI	18.8	1.7
		FE	6	7.5
		SC	5	4.5
		ST	8.5	18.5
	Barril 2	CA	7	11.8
		DI	17.5	2
		FE	5.5	8.5
		SC	3.5	2
		ST	7.5	12.5
	Barril 3	CA	12	10.3
		DI	18	1.5
		FE	6.5	9
		SC	2.5	3
		ST	7.5	13.8

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 9. (%) DE ESPECIE POR BARRIL 08/05/2018

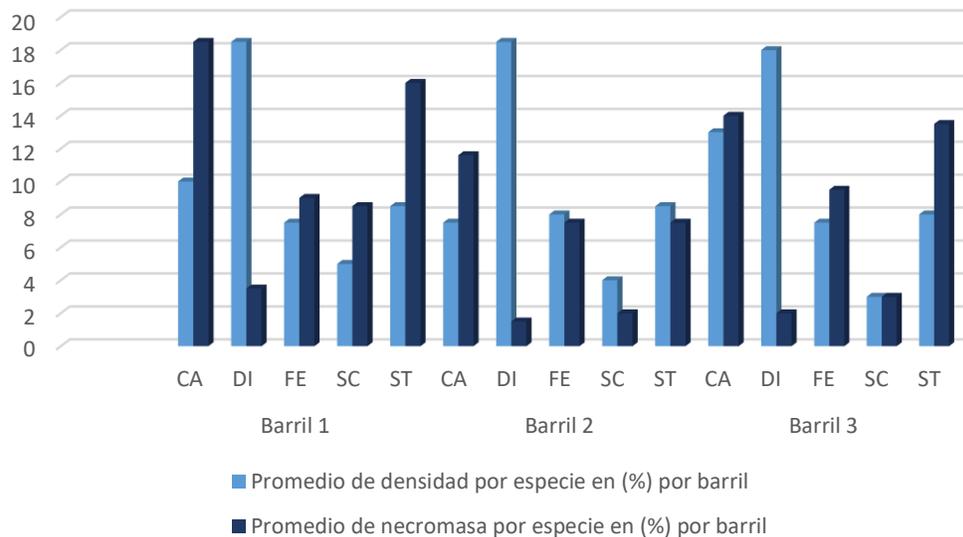


Cuadro 32: % de especie por barril

(%) DE ESPECIE POR BARRIL				
Fecha	Barril	Eps	Promedio de densidad por especie en (%) por barril	Promedio de necromasa por especie en (%) por barril
04/06/2018	Barril 1	CA	10	18.5
		DI	18.5	3.5
		FE	7.5	9
		SC	5	8.5
		ST	8.5	16
	Barril 2	CA	7.5	11.6
		DI	18.5	1.5
		FE	8	7.5
		SC	4	2
		ST	8.5	7.5
	Barril 3	CA	13	14
		DI	18	2
		FE	7.5	9.5
		SC	3	3
		ST	8	13.5

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 10. (%) DE ESPECIE POR BARRIL 04/06/2018

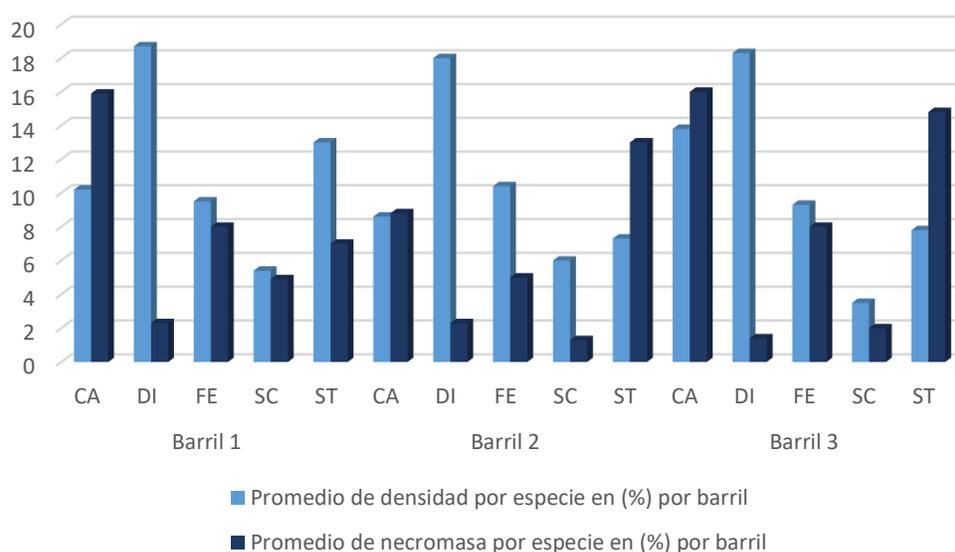


Cuadro 33: % de especie por barril

(%) DE ESPECIE POR BARRIL				
Fecha	Barril	Eps	Promedio de densidad por especie en (%) por barril	Promedio de necromasa por especie en (%) por barril
31/07/2018	Barril 1	CA	10.2	15.9
		DI	18.7	2.3
		FE	9.5	8
		SC	5.4	4.9
		ST	13	7
	Barril 2	CA	8.6	8.8
		DI	18	2.3
		FE	10.4	5
		SC	6	1.3
		ST	7.3	13
	Barril 3	CA	13.8	16
		DI	18.3	1.4
		FE	9.3	8
		SC	3.5	2
		ST	7.8	14.8

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 11. (%) DE ESPECIE POR BARRIL 31/07/2018

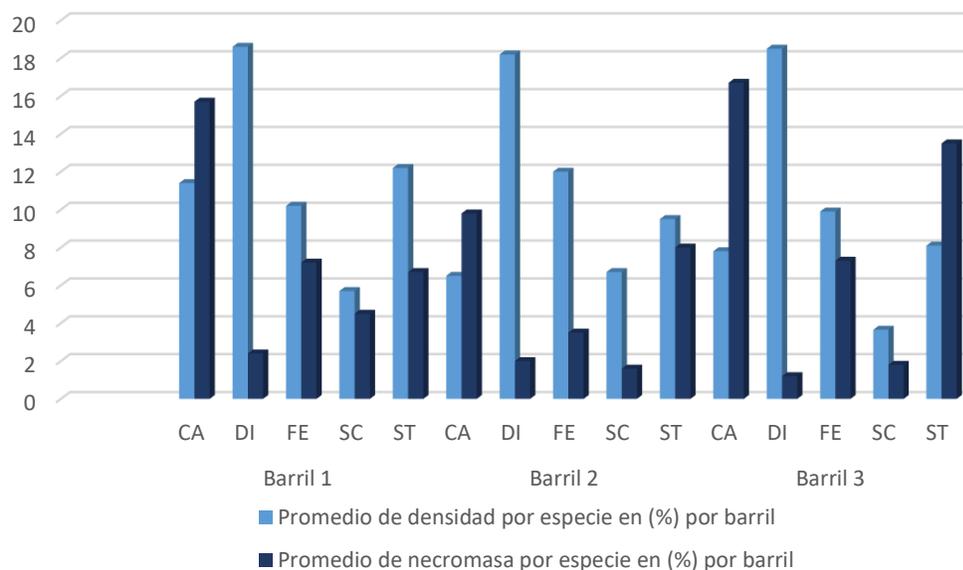


Cuadro 34: % de especie por barril

(%) DE ESPECIE POR BARRIL				
Fecha	Barril	Eps	Promedio de densidad por especie en (%) por barril	Promedio de necromasa por especie en (%) por barril
04/09/2018	Barril 1	CA	11.4	15.7
		DI	18.6	2.4
		FE	10.2	7.2
		SC	5.7	4.5
		ST	12.2	6.7
	Barril 2	CA	6.5	9.8
		DI	18.2	2
		FE	12	3.5
		SC	6.7	1.6
		ST	9.5	8
	Barril 3	CA	7.8	16.7
		DI	18.5	1.2
		FE	9.9	7.3
		SC	3.65	1.8
		ST	8.1	13.5

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 12. (%) DE ESPECIE POR BARRIL 04/09/2018



- ❖ Las poaceas necesitan un promedio de dos (02) meses para Adaptarse.
- ❖ Distichia y Scirpus, son las especies más resistentes a condiciones secas zona no saturada.
- ❖ Se necesita un mínimo de dos (02) meses para la adaptación de los individuos a las condiciones de las pruebas de barril y al estrés del trasplante.

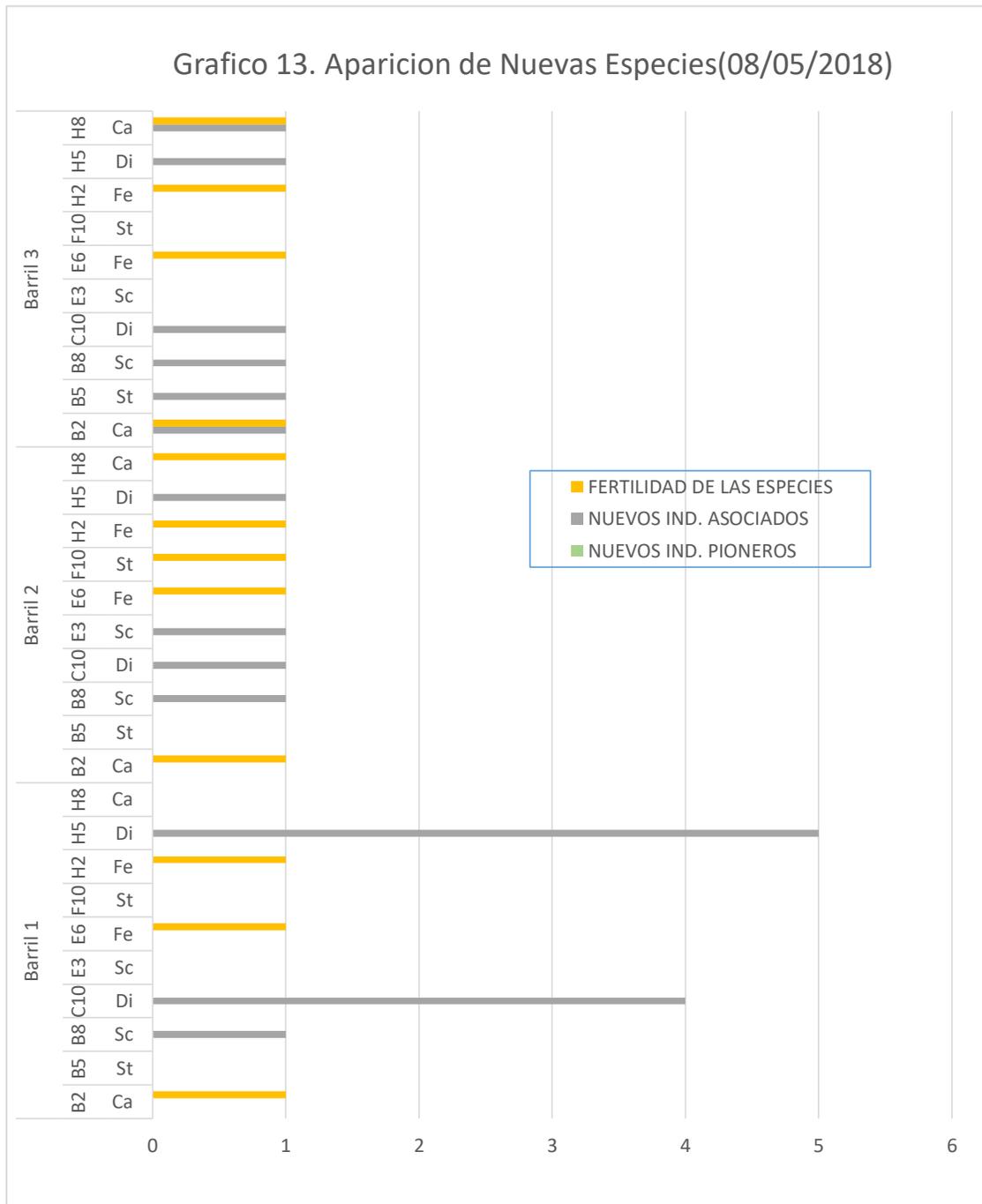
- ✓ **Promedios en Porcentaje de MUSGOS, nuevos individuos PIONEROS, ASOCIADOS y FERTILIDAD de las especies.**

Cuadro 35: aparición de nuevos individuos (08/05/2018)

FECHA	N° DE BARRIL	IND	ESP.	NUEVOS IND. PIONEROS	NUEVOS IND. ASOCIADOS	FERTILIDAD DE LAS ESPECIES	
08/05/2018	Barril 1	1-B2	Ca	0	0	1	
		1-B5	St	0	0	0	
		1-B8	Sc	0	1	0	
		1-C10	Di	0	4	0	
		1-E3	Sc	0	0	0	
		1-E6	Fe	0	0	1	
		1-F10	St	0	0	0	
		1-H2	Fe	0	0	1	
		1-H5	Di	0	5	0	
		1-H8	Ca	0	0	0	
	Barril 2	1-B2	Ca	0	0	0	1
		1-B5	St	0	0	0	
		1-B8	Sc	0	1	0	
		1-C10	Di	0	1	0	
		1-E3	Sc	0	1	0	
		1-E6	Fe	0	0	1	
		1-F10	St	0	0	1	
		1-H2	Fe	0	0	1	
		1-H5	Di	0	1	0	
		1-H8	Ca	0	0	1	
	Barril 3	1-B2	Ca	0	1	1	
		1-B5	St	0	1	0	
		1-B8	Sc	0	1	0	
		1-C10	Di	0	1	0	
		1-E3	Sc	0	0	0	
		1-E6	Fe	0	0	1	
		1-F10	St	0	0	0	
		1-H2	Fe	0	0	1	
		1-H5	Di	0	1	0	
		1-H8	Ca	0	1	1	
CANTIDAD				0	20	12	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 13. Aparicion de Nuevas Especies(08/05/2018)



Fuente: Elaboración Propia

En el Barril N° 1

En la ubicación C10 y H5 se observa la aparición de nuevas especies asociadas a la (Di) en 4 y 5 unidades respectivamente.

En el Barril N° 2

Se puede apreciar la fertilidad en las diferentes especies en las ubicaciones B2, E6, F10, H2, H5 y H8, las cuales dan ubicación a las especies Ca, Fe, St, Fe, Ca.

En el Barril N° 3

Se puede apreciar la fertilidad en las diferentes especies en las ubicaciones B2, E6, F10 y H8, las cuales dan ubicación a las especies Ca, Fe y Ca.

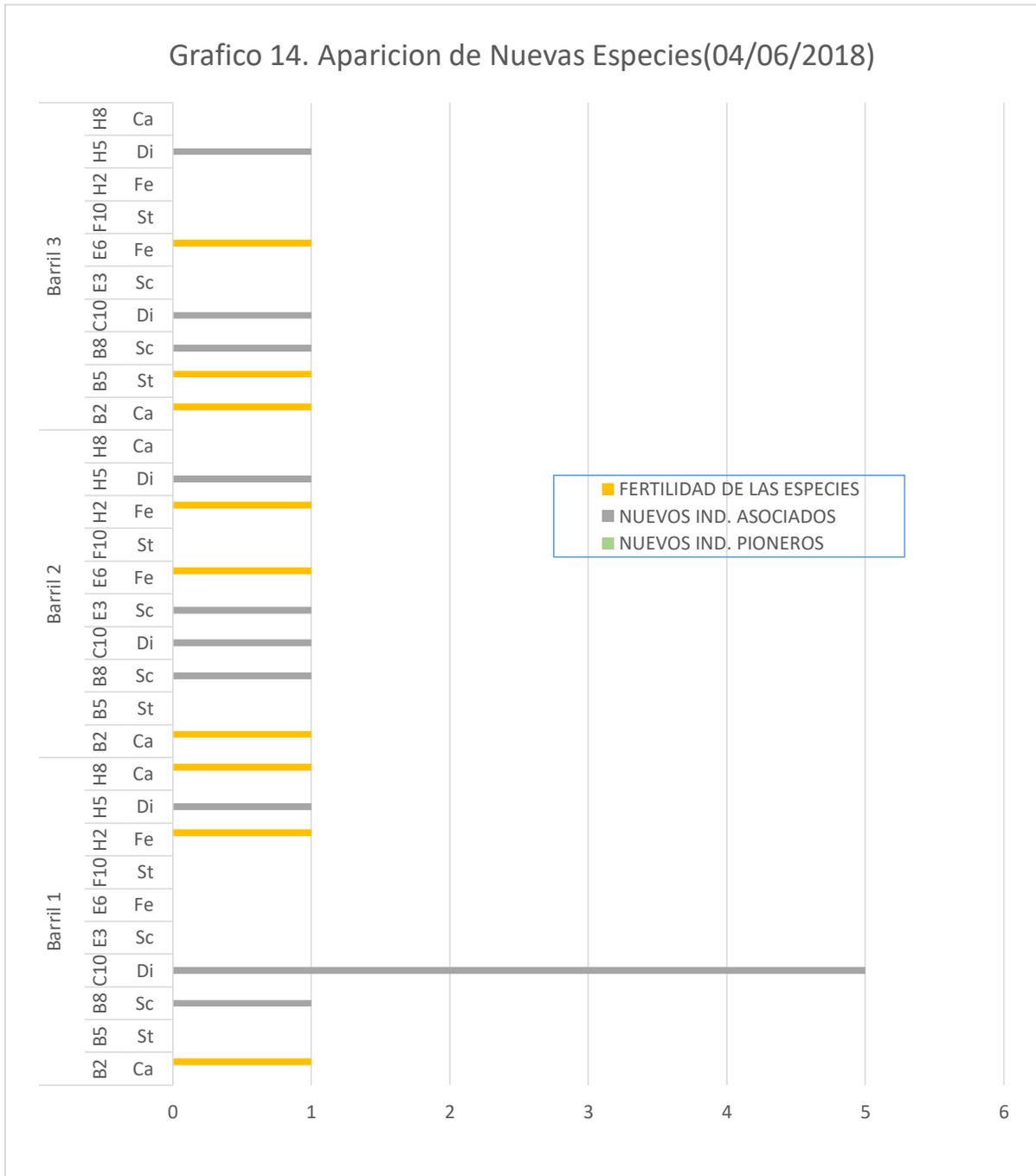
En la ubicación B2, B5, B8, C10, H5 y H8 se observa la aparición de una especies asociadas a la Ca, St, Sc. Di, Di y Ca; respectivamente.

Cuadro 36: aparición de nuevos individuos (04/06/2018)

FECHA	N° DE BARRIL	IND	ESP.	NUEVOS IND. PIONEROS	NUEVOS IND. ASOCIADOS	FERTILIDAD DE LAS ESPECIES
04/06/2018	Barril 1	B2	Ca	0	0	1
		B5	St	0	0	0
		B8	Sc	0	1	0
		C10	Di	0	5	0
		E3	Sc	0	0	0
		E6	Fe	0	0	0
		F10	St	0	0	0
		H2	Fe	0	0	1
		H5	Di	0	1	0
		H8	Ca	0	0	1
	Barril 2	B2	Ca	0	0	1
		B5	St	0	0	0
		B8	Sc	0	1	0
		C10	Di	0	1	0
		E3	Sc	0	1	0
		E6	Fe	0	0	1
		F10	St	0	0	0
		H2	Fe	0	0	1
		H5	Di	0	1	0
		H8	Ca	0	0	0
	Barril 3	B2	Ca	0	0	1
		B5	St	0	0	1
		B8	Sc	0	1	0
		C10	Di	0	1	0
		E3	Sc	0	0	0
		E6	Fe	0	0	1
		F10	St	0	0	0
		H2	Fe	0	0	0
		H5	Di	0	1	0
		H8	Ca	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 14. Aparicion de Nuevas Especies(04/06/2018)



Fuente: Elaboración Propia

En el Barril N° 1

En la ubicación B8, C10 y H5 se observa la aparición de nuevas individuos asociadas a las especies como Sc, Di, Di en las cantidad siguiente 1,5 y 1 respectivamente.

Se aprecia la fertilidad en las diferentes especies en las ubicaciones B2,H2 y H8 se observa la aparición de una nueva especie asociada a la Ca, Fe y Ca unidades respectivamente.

En el Barril N° 2

Se puede apreciar la fertilidad en las diferentes especies en las ubicaciones B2, E6, y H2, las cuales dan ubicación a las especies Ca, Fe, Fe.

En la ubicación B8, C10, E3 y H5 se observa la aparición de nuevas individuos asociadas a las especies como Sc, Di, Sc y Di.

En el Barril N° 3

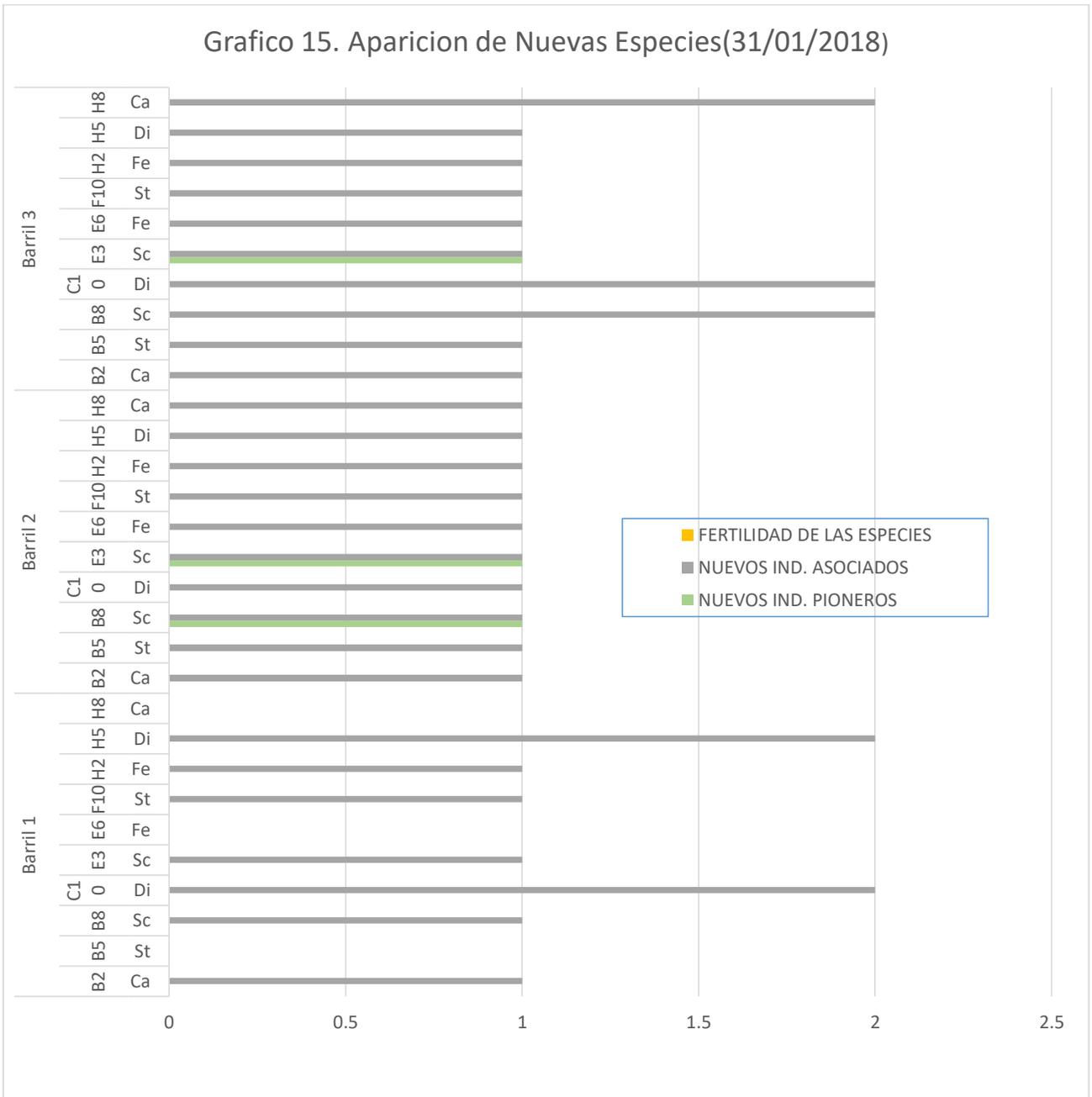
En la ubicación B8 se observa la aparición de un nuevo individuo asociado a la especies Sc.

Cuadro 37: aparición de nuevos individuos (31/07/2018)

FECHA	N° DE BARRIL	IND	ESP.	NUEVOS IND. PIONEROS	NUEVOS IND. ASOCIADOS	FERTILIDAD DE LAS ESPECIES
31/07/2018	Barril 1	B2	Ca	0	1	0
		B5	St	0	0	0
		B8	Sc	0	1	0
		C10	Di	0	2	0
		E3	Sc	0	1	0
		E6	Fe	0	0	0
		F10	St	0	1	0
		H2	Fe	0	1	0
		H5	Di	0	2	0
		H8	Ca	0	0	0
	Barril 2	B2	Ca	0	1	0
		B5	St	0	1	0
		B8	Sc	1	1	0
		C10	Di	0	1	0
		E3	Sc	1	1	0
		E6	Fe	0	1	0
		F10	St	0	1	0
		H2	Fe	0	1	0
		H5	Di	0	1	0
		H8	Ca	0	1	0
	Barril 3	B2	Ca	0	1	0
		B5	St	0	1	0
		B8	Sc	0	2	0
		C10	Di	0	2	0
		E3	Sc	1	1	0
		E6	Fe	0	1	0
		F10	St	0	1	0
		H2	Fe	0	1	0
		H5	Di	0	1	0
		H8	Ca	0	2	0
CANTIDAD				3	32	0

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 15. Aparicion de Nuevas Especies(31/01/2018)



Fuente: Elaboración Propia

En el Barril N° 1

En la ubicación B8, C10, E3 F10 y H2 se observa la aparición de nuevos individuos asociadas a las especies como Sc, Di, Sc, St y Fe.

En el Barril N° 2

Se observó nuevos individuos asociados a todas las especies del barral.

En el Barril N° 3

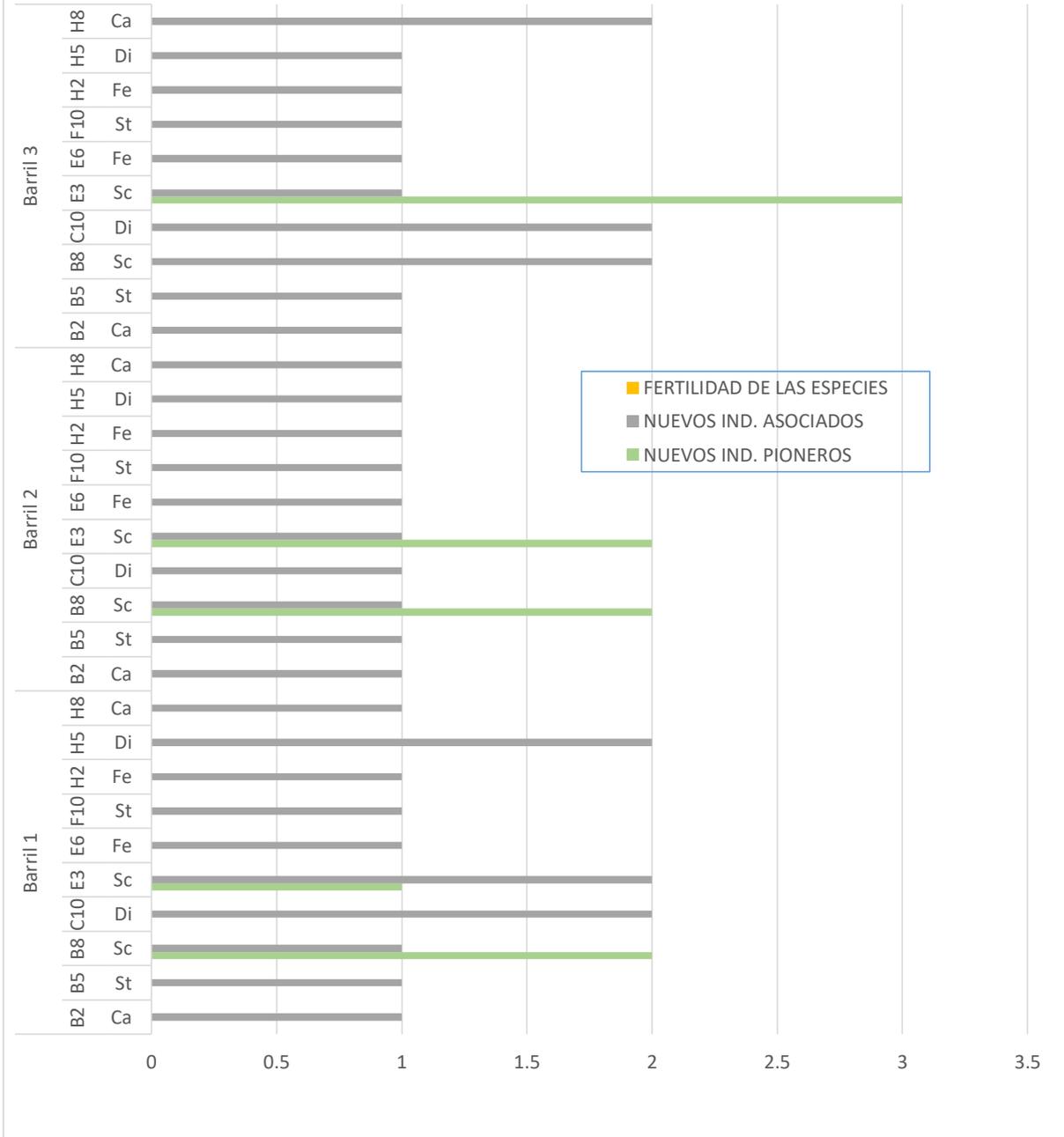
Se observó nuevos individuos asociados a todas las especies del barral.

Cuadro 38: aparición de nuevos individuos (04/09/2018)

FECHA	N° DE BARRIL	IND	ESP.	NUEVOS IND. PIONEROS	NUEVOS IND. ASOCIADOS	FERTILIDAD DE LAS ESPECIES
04/09/2018	Barril 1	B2	Ca	0	1	0
		B5	St	0	1	0
		B8	Sc	2	1	0
		C10	Di	0	2	0
		E3	Sc	1	2	0
		E6	Fe	0	1	0
		F10	St	0	1	0
		H2	Fe	0	1	0
		H5	Di	0	2	0
		H8	Ca	0	1	0
	Barril 2	B2	Ca	0	1	0
		B5	St	0	1	0
		B8	Sc	2	1	0
		C10	Di	0	1	0
		E3	Sc	2	1	0
		E6	Fe	0	1	0
		F10	St	0	1	0
		H2	Fe	0	1	0
		H5	Di	0	1	0
		H8	Ca	0	1	0
	Barril 3	B2	Ca	0	1	0
		B5	St	0	1	0
		B8	Sc	0	2	0
		C10	Di	0	2	0
		E3	Sc	3	1	0
		E6	Fe	0	1	0
		F10	St	0	1	0
		H2	Fe	0	1	0
		H5	Di	0	1	0
		H8	Ca	0	2	0
CANTIDAD				10	36	0

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 16. Aparicion de Nuevas Especies(04/09/2018)



Fuente: Elaboración Propia

En el Barril N° 1

Se observó nuevos individuos asociados a todas las especies del barral.

En la ubicación B8, y E3 se observa la aparición de nuevos individuos pioneros Sc.

En el Barril N° 2

Se observó nuevos individuos asociados a todas las especies del barral.

En la ubicación E3 se observó la aparición de individuos pioneros Sc.

En el Barril N° 3

Se observó nuevos individuos asociados a todas las especies del barral.

En la ubicación B8 y E3 se observó la aparición de individuos pioneros al especie Sc.

4.4 PRUEBA DE HIPÓTESIS

En la formulación de la hipótesis fue determinada de la siguiente expresión:

EL RIEGO CON EFLUENTES INFLUIRÁ FAVORABLEMENTE EN LA ADAPTABILIDAD DE LAS ESPECIES NATIVAS (SCIRCUS CALIFORNICUS, STIPA ICHU, CALAMAGROSTIS VICUNARUM, FESTUCA DOLICHOPHYLLA, DISTICHIA MUSCOIDES) EN MEDIOS NO SATURADOS CON PRESENCIA DE RELAVES ALTAMENTE SULFURADOS PROVENIENTES DEL DEPÓSITO DE RELAVE QUIULACocha EN PRUEBAS A ESCALA PILOTO.

Analizando nuestras hipótesis determinamos que la adaptabilidad de las 5 especies nativas seleccionadas para la investigación se adaptó favorablemente debido al riego con efluentes domésticos y la estabilización Geoquímica de relave altamente sulfurado.

4.5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Los Barriles 1, 2 y 3 siguen con un crecimiento de vegetal constante, debido al incremento de la densidad y la disminución de la necromasa,
- Aparición de nuevos individuos pioneros y asociados en los barriles 1, 2 y 3 eso indica la adaptación de nuevas especies.
- Se ha observado la aparición de musgo verde en los barriles 1, 2 y 3 en un porcentaje de 70, 45 y 85 por ciento respectivamente hasta la fecha (04/09/2018). Debido a la frecuencia de riego que se está aplicando y al porcentaje de materia orgánica que contiene los efluentes domésticos.
- El barril B-03 (control) mostró valores de pH neutros y no se observa un porte de carga metálica de las aguas servidas.
- En cuanto a los resultados obtenidos de las condiciones físicas químico de los lixiviados del barril N° 1 se viene comprobando que el PH mínimo del agua es 5.15 y el máximo 6.96 y aun así la conductividad está por encima de 1346 us/cm.

- Haciendo la comparación entre los Barriles 1 y 2 podemos concluir que el riego con efluentes es favorable para la adaptabilidad de las especies seleccionadas en la prueba piloto.
- Dado que los valores del PH son mayores a 5, se puede afirmar que se viene dando las reacciones de sulfato reducción esperada.

CONCLUSIONES

- No obstante, los primeros resultados experimentales, nos dan motivos para continuar con las observaciones y realizar la implementación de un piloto a una escala mayor in situ (en los mimos relaves de Quiulacocha). Con el fin de tener las conclusiones y pruebas necesarias para su implementación real en toda el depósito de relaves.
- Otra conclusión favorable que se puede desprender de lo investigado, es que este tipo de tecnología podría resultar mucho más viable en otros relaves con menor cantidad de sulfuros, lo cual abre la puerta a probar tecnologías de remediación más económicas para otros proyectos que tengan problemas similares como los mencionados en la problemática del presente trabajo.

RECOMENDACIONES

- El muestreo y medición de los parámetros de las especies vegetales es muy subjetivo y depende del criterio de cada evaluador, por lo cual se recomienda realizar las mediciones siempre con el mismo personal de investigación.
- En caso se cambie al personal de investigación, se debería previamente analizar y explicar los resultados de medición obtenidos en mes anterior, asegurando una coherencia en la medición de los parámetros. Por ejemplo, un individuo de *Calamagrostis* midiendo 12 cm a la fecha del 12.07.2018, no puede medir 11cm a la fecha del 12.08.2018. Esta coherencia entre datos tiene que ser evaluada en caso de cambio de personal de medición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROLAB. (S/F). Laboratorio privado Agrolab. acreditación Agrolab. [Online] (S/F). [Cited: 2 2015, 19.] <http://www.agrolab.cl/acreditacion/>.
- Aldea minera, CODELCO. (S/F). Tranque Cauquenes, campamento "El Parrón".
- Memoria Minera, un espacio de encuentro con las comunidades cercanas a CODELCO. [Online] CODELCO, (S/F). [Cited: 5 noviembre, 2014.] <http://www.aldeaminera.cl/memoriaminera/parron/arquitectura-y-paisajes/tranque-cauquenes>.
- Alegria Corona, Victor. 2011. Centro de investigación y rehabilitación ambiental. Memoria de Título. [Online] 2011. [Cited: mayo 2015, 5.] DISPONIBLE EN: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/aq-alegria_v/pdfAmont/aq-alegria_v.pdf. amcham Chile. 2006.
- Camara Chilena Norteamericana de comercio. Plan de cierre minera el Indio - COMPA. [Online] Mayo 8, 2006. [Cited: febrero 28, 2015.] DISPONIBLE EN: <http://www.amchamchile.cl/2006/05/plan-de-cierre-minera-el-indio-compa/>.
- Araneda Castillo, Alberto and Barra Ríos, Ricardo. 2013. Guías metodológicas estandarizadas de muestreo y de análisis químicos de suelos para áreas background y para la investigación confirmatoria y evaluación

de riesgo en suelos/sitios con presencia de contaminantes. Seminario de evaluación y gestión del riesgo ambiental en sitios mineros. [Online] septiembre 26, 2013. [Cited: Mayo 27, 2015.] DISPONIBLE EN: http://www.mma.gob.cl/1304/articles-50734_EULA_guias_muestreo_analisis_suelos.pdf.

- Arqueolab. (S/F). Herramientas arqueológicas. [Online] (S/F). [Cited: MARZO 17, 2015.] <http://www.arqueolab-igualada.com/castellano/index.html>.
- Asturnatura. (S/F). Naturaleza- turismo, flora y fauna. Eucalyptus Globulus. [Online] (S/F). [Cited: Septiembre 1, 2014.] DISPONIBLE EN: <http://www.asturnatura.com/especie/eucalyptus-globulus.html>. Barrick Chile. (S/F).
- Cierre el Indio. Cierre de faenas. [Online] (S/F). [Cited: febrero 25, 2015.] <http://barricklatam.com/cierre-el-indio/>.
- Biblioteca nacional de Chile. (S/F). Memoria Chilena. El impacto ambiental de la minería en Chile. [Online] (S/F). [Cited: Septiembre 27, 2015.] DISPONIBLE EN: <http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-3388.html#presentacion>.
- Bioindicadores de la calidad del suelo : herramienta metodológica para la evaluación de la eficacia de un proceso fitorremediador. Garbisu, C, et al.

2007. Madrid : Ecosistemas, 2007, Vol. X. Biorremedia S.A. (S/F).

Biorremedia. Biorremediación. [Online] (S/F). [Cited: octubre 2, 2014.]

DISPONIBLE

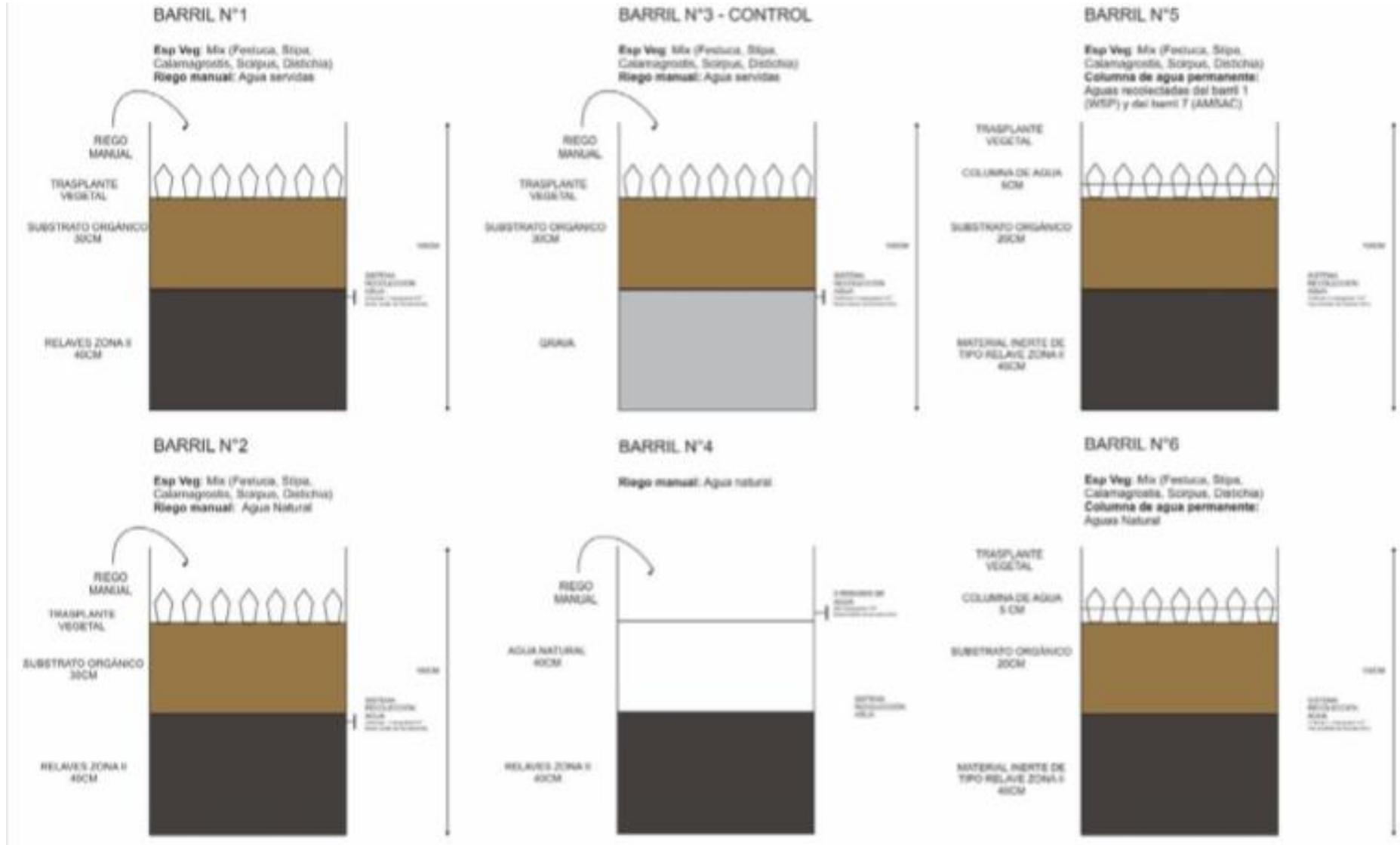
EN:

http://biorremedia.com.mx/Biorremediacion/Biorremediacion_Definicion.html.

- 107 Chaney, R L, et al. 1995. Potential use of metal hyperaccumulators. Mining Enviromental Management. s.l. : Green CE, 1995. 3. CIMM. 2011. Proyecto FONDEF D10/1249, ID+ DE Interés público. Plataforma web científico- tecnológico para la toma desiciones sobre el cierre sustentable de depósitos de relave en Chile. [Online] FONDEF, diciembre 1, 2011. [Cited: mayo 25, 2015.] DISPONIBLE EN: <https://sites.google.com/site/fondefd10i1249/home/proyectos/antecedente> s.
- Organizacion de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Estructura del suelo. [Online] (s/f). [Cited: septiemnre 5, 2014.] ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6706s/x6706s07.htm#top. —. (S/F).

ANEXOS

FOTOGRAFÍA N° 1: PRUEBAS DE BARRIL - CONCEPTOS



FOTOGRAFÍA N°2: RELAVERA QUIULACOCHA TOMADA EN GOOGLE HEART



FOTOGRAFÍA N° 3: RELAVERA QUIULACOCHA



**FOTOGRAFÍA N° 4: RECOLECCIÓN DE ANALISI DE MUESTRA
DE SUELO**



FOTOGRAFÍA N° 5: MEDICIÓN DE PARÁMETROS



FOTOGRAFÍA N° 6: RECOLECCIÓN DE LIXIVIADOS



FOTOGRAFÍA N° 7: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE LOS LIXIVIADOS



FOTOGRAFÍA N° 8: BARRIL 1



FOTOGRAFÍA N° 9: BARRIL 2



FOTOGRAFÍA N° 10: BARRIL 3



FOTOGRAFÍA N° 11:



Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES				
PROYECTO SCHEDULE QUIULACOCHA - PILOTOS UNDAC				
0	Inicio de investigación UNDAC - AMSAC	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINAL	CANTIDAD DE DÍAS
1	Fase 1: Pruebas de Barril	09/04/2018	15/12/2018	181
1.1	Instalaciones de las pruebas de barriles	09/04/2018	11/04/2018	3
1.2	Distribución de las especies vegetales en el barril 1	12/04/2018	12/04/2018	1
1.3	Adaptabilidad de las especies nativas (Scircus californicus, Calamagrostis vicunarium, Festuca dolichophylla, Distichia muscoides, Stipa lchu)	13/04/2018	19/07/2018	70
1.4	Operaciones, monitoreos y análisis constante del comportamiento del Barril 1	20/07/2018	15/12/2018	107
1.4.1.	Recolección de muestra de lixiviados (drenaje) de los barriles para el muestreo	Días Intercalados		
1.4.2.	Medición de parámetros de campo de los efluentes de riego y lixiviados (drenaje)	Días Intercalados		
1.4.3.	Reporte de estado vegetativo, humedad del suelo en los barriles y condición	Reporte semanal y Mensual		
1.5	Toma de muestra de agua para análisis de laboratorio	Reporte Mensual		
1.6	Toma de muestra de suelo para análisis de laboratorio	Reporte Mensual		
1.7	Desarrollo de un informe técnico sobre los resultados y conclusiones del proyecto	Al terminar el proyecto		
2	ELABORACIÓN DE TESIS	10/08/2018	20/12/2018	130
2.1	Revisión bibliográfica	20/08/2018	20/11/2018	60
2.2	Presentación del proyecto	06/11/2018	06/11/2018	1
2.3	Revisión del proyecto	06/11/2018	19/11/2018	13
2.4	Ejecución del proyecto	19/11/2018	30/11/2018	11
2.5	Procesamiento de datos	30/11/2018	03/12/2018	4
2.6	Redacción del informe	03/12/2018	10/12/2018	7
2.7	Presentación y sustentación	10/12/2018	20/12/2018	10

Presupuesto de adquisición de materiales

Actividad	Adquisición de material					
	Material e insumos	Cantidad	Unidad	características	Precio S/	Recomendación
Preparación de los barriles	Barriles de 1m3 con jaula metálica de protección y pallet de madera como protección.	6	Und	Dimensión (cm): 90 x 110 x 100 (altura)	350	considerar barriles limpios para ahorrar tiempo y dificultades de limpieza. Verificar que las válvulas propias al barril se encuentren en buen estado y se cierran correctamente. considerar respiradores para el traslado de relave.
	Taladro	2	Und		80	
	Hoja de sierra	2	Und		5	
	Arco metálico	2	Und		27	
	Marcador indeleble.	0.25	Und		3	
	Guaipes	2	kg		7	
	Espátulas	2	Und		8	
Guantes de jebe	4	par		18		
Armado de las válvulas laterales de drenaje para toma de muestra	Tubería PVC C-10 de ½"	2.5	m	Seis (06) piezas de 05 cm – seis (06)pieza de 10cm y seis (06) piezas de 20 cm	5	Verificar el buen estado de los materiales a utilizar por lo que no se volverá a cambiarlos durante todo el proceso de experimentación.
	Válvulas de PVC de ½"	6	Und		6.5	
	Pegamento Oetay color azul	2	Und		13	
	Lija	1	Und		5	
	Jebe de cámara de llanta	2	Und		20	
	Teflón	5	Und		2	
	Niple de PVC roscado	6	Und		8	
	Unión con rosca	12	Und		8	
	Malla de plástico	1	m		10	
Tijera	1	Und		15		
Relleno de barril	Tierra	2	m3	Cantera 2 de la Comunidad Quilucoccha	15	Mezcla Tierra y Guano de Ovíno a 5%
	Guano de ovino	80	kg	Guano de la Comunidad Quilucoccha	8	
	Grava	1	m3	Comunidad Quilucoccha	20	Se considera que la grava y arena sobrado de la instalación de los 6 primeros barriles, a cargo de WSP, deberá ser suficiente para la instalación de los 6 siguientes barriles por Activos Mineros S.A.C.
	Relaves de la Zona I o II	2	Und	Relaves Zona II		La recolección de relave debe realizarse mezclando materia de la superficie de la Zona I la relavera con materia de las capas inferiores, hacia 40cm de profundidad.
	Palas grandes				40	
Especies vegetales	Scircus californicus (Totora)	15	Und		40	Colectar más especie que lo justo necesario, para prevenir cualquier imprevisto o daños durante el transporte o almacenamiento.
	Calamagrostis vicunarum	15	Und		40	Colectar las especies el mismo día de la realización de trasplante, o un día antes, minimizando el estrés hídrico generado a la especies.
	Festuca dolichophylla	15	Und		40	Prever la prestación de un especialista para realizar la recolección de planta, asegurando la recolección de las especies correctas y el uso de técnicas adecuadas de recolección.
	Stipa ichu	15	Und		40	Luego de colectar las plantas se deben regar regularmente y protegerlas con un plástico hasta el trasplante en barril.
	Distichia muscoides	15	Und		40	
	Palas chicas	2	Und		40	