

**COBERTURA FINAL DEL EX BASURERO
DE SAN CARLOS DE BARILOCHE:
EVALUACIÓN DE SU ESTADO ACTUAL
Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN**

Trabajo Final Integrador

Requisito para optar al título de Ingeniero Ambiental

Alumno: Emanuel Nikolas Zenz

Directora: Adriana Edit Rovere

Co-directora: Martha Cecilia Riat

San Carlos de Bariloche, Octubre 2018

Universidad Nacional de Río Negro

Sede Andina



Resumen

La disposición final de los residuos sólidos urbanos es una problemática en diferentes ciudades del mundo. La gestión de los mismos comprende diferentes operaciones que permiten lograr un depósito permanente y seguro. El basurero a cielo abierto de la ciudad de San Carlos de Bariloche se estableció en el año 1985, en el área de una antigua cantera de extracción de áridos. El basurero estuvo activo por un período de 30 años, hasta que en el año 2015 se inició su clausura definitiva. Entre las diferentes actividades para su clausura en el año 2015 se realizó la compactación de los residuos, la colocación de una geomanta para limitar el ingreso de agua de lluvia y nieve a la masa de residuos y una capa de sustrato adecuado para sustento de la vegetación. Sin embargo, el plan de clausura del ex basurero no continuó con un trabajo de revegetación adecuado. El área sin un plan de revegetación específico, se colonizó parcialmente por algunas especies que lograron establecerse y presenta en la actualidad gran parte de su cobertura final sin vegetación. Este trabajo tiene como objetivos: (I) evaluar las condiciones actuales de la cobertura final del ex basurero y (II) diseñar el plan de clausura que incluya la consolidación definitiva de la cobertura final y la rehabilitación del ex basurero de S.C. de Bariloche. Sobre la cobertura final del ex basurero, tanto en el sector plano, como en los sectores de taludes laterales, se evaluó la erosión hídrica mediante la presencia de surcos, la presencia de residuos, la profundidad del sustrato o presencia de la geomanta descubierta, la superficie y pendiente. Sobre el sustrato se evaluó la temperatura, la tasa de infiltración, la compactación superficial, el contenido de humedad, las características fisicoquímicas y la vegetación. La vegetación establecida sobre la cobertura del ex basurero se evaluó mediante parcelas con el método de Braun-Blanquet, así como también en un área de referencia cercana. Luego de la identificación de las especies se evaluó la composición específica, la cobertura y los grupos funcionales presentes (árboles, arbustos y subarbustos, gramíneas y hierbas perennes, gramíneas y hierbas anuales). Los resultados muestran que la cobertura final del ex basurero presenta signos de erosión hídrica, pérdida de sustrato dispuesto en el año 2015 para implantar la vegetación y sectores con la geomanta descubierta. En relación al sustrato, hay signos de erosión en toda la cobertura final que debe ser subsanada antes de implantar la vegetación, se destaca que el talud con orientación Oeste es el que presenta mayor pendiente y erosión. En dicho sector, es necesario aplicar técnicas de bioingeniería para retener y fijar el sustrato. Para la clausura definitiva se deberá corregir y completar la cobertura final a fin de cubrir la geomanta, brindar el sustrato (capa intermedia de infiltración y capa de suelo apto para sostener la vegetación), y establecer las especies seleccionadas. En relación a la vegetación del ex basurero, la cobertura es baja (34%), la cobertura predominantemente corresponde a especies exóticas, principalmente gramíneas y hierbas anuales entre ellas: *Brassica nigra*, *Chenopodium album* y *Polygonum aviculare*. Sin embargo también hay algunas especies nativas que están colonizando el sitio entre ellas: *Acaena splendens*, *Adesmia boronoides* y *Phacelia secunda*. El área de referencia presenta mayor cobertura (112%) que la cubierta del ex basurero, donde predominan las especies nativas, entre ellas

arbustos o subarbustos (*Acaena splendens*, *Baccharis magellanica*, etc), hierbas perennes (*Phacelia secunda*, *Anemone multifida*, etc) o hierbas anuales (*Oenothera odorata*). Para la clausura definitiva del ex basurero, luego de la corrección del sustrato debe revegetarse por siembra y plantación de especies apropiadas. Las especies nativas apropiadas son aquellas que naturalmente ya están colonizando el sustrato y algunas otras que estén presentes en el ecosistema de referencia y se consideren que presentan características funcionales apropiadas. En base a la información elaborada por este trabajo final integrador se presenta una alternativa de rehabilitación, que incluye la siembra de especies exóticas (a sembrar en primavera temprana) que aseguren una rápida cobertura y luego una plantación de diferentes especies nativas (a plantar en otoño). Finalmente este trabajo final integrador incluye otros aspectos ingenieriles imprescindibles para el desarrollo del mismo dado que contempló: A) los riesgos que existen para los trabajadores asociados a la concreción del plan de clausura, mediante la elaboración de un mapa de riesgo; B) un Estudio de Impacto Ambiental asociado a trabajos ingenieriles de este campo; C) un cronograma de trabajo y D) presupuesto para su ejecución. Se destaca que este trabajo contiene información inédita y actualizada para llevar a cabo acciones directas frente a esta problemática, y que constituye un estudio de base completo y concreto para la clausura definitiva del ex basurero de San Carlos de Bariloche.

Palabras clave: crecimiento urbano - clausura de vertederos - especies colonizadoras – fitorremediación – rehabilitación - residuos urbanos.

Agradecimientos:

A la Universidad Nacional de Río Negro por promover la profesionalización en la región y a sus docentes que con tanta dedicación brindaron sus conocimientos.

Tengo un enorme agradecimiento por Adriana Rovere, directora de este Trabajo Final Integrador, quien con sus borrones y correcciones guio y enriqueció mis ideas. Igualmente agradezco a Martha Riat, codirectora de este trabajo final, quien con ricas discusiones orientó y dio tranquilidad durante los muestreos.

De manera especial quiero agradecer a Victoria Cremona, por el instrumental y análisis de suelos; a Martín Nini, por los datos meteorológicos y a Leonardo Gallo, por la información brindada.

A las personas que enriquecieron este trabajo con información actualizada: Susana Moyano, Mauro Ferrarese, Aníbal Bliznikowich, Ignacio Sagardoy y Patricia Satti.

A los alumnos que dedicaron su tiempo y conocimiento en llevar a cabo muestreos para éste trabajo final, de Ingeniería Ambiental: Agostina Biagini, Lucas Menger, Ian Selda, Yamila Cardoso; y de Tecnicatura en Viveros: María Celeste Mateos, Brenda Rebolo, Federico Pérez.

Por supuesto, agradecer a mi madre Delia Cueva, a mis hermanos Joshua, Jonathan, Sheila, Yesica y Nayla, a mis sobrinos Indra, Marcos, Ismael, Bautista, Tomás y Germán y a mi compañera Madeleine, por el apoyo y amor incondicional de todos ellos.

No puedo dejar pasar la posibilidad de agradecer a Graciela Francucci por su confianza y ayuda durante todos mis años de estudio.

Por último quisiera dedicar este trabajo final a la memoria de mi abuela Elida Reggio, quien me enseñó el mundo oculto en las palabras y a la memoria de Walter Scheuer, quien con una sonrisa eterna marcó mi rumbo para creer en un mundo mejor.

Índice:

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO.....	5
3. OBJETIVOS	10
4. HIPÓTESIS	11
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
5.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	12
5.2. METODOLOGÍA DEL OBJETIVO I: EVALUAR LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA COBERTURA FINAL DEL EX BASURERO	15
5.2.1. Evaluación de las problemáticas que afectan al sustrato.....	15
5.2.2. Condiciones del sustrato.....	18
5.2.3. Estudio de vegetación.....	23
5.2.4. Análisis de datos.....	24
5.3. METODOLOGÍA DEL OBJETIVO II: DISEÑAR EL PLAN DE CLAUSURA QUE INCLUYA LA CONSOLIDACIÓN DEFINITIVA DE LA COBERTURA FINAL Y LA REHABILITACIÓN DEL EX BASURERO DE S.C. DE BARILOCHE.....	25
5.3.1. Evaluación del estado actual del sustrato y propuestas correctivas	25
5.3.2. Propuestas para el manejo de la vegetación.....	26
5.3.3. Ejecución del mapa de riesgo ambiental en el área de trabajo	26
5.3.4. Estudio de Impacto Ambiental para la clausura definitiva	28
5.4. CRONOGRAMA.....	32
5.5. PRESUPUESTO	32
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
6.1. RESULTADOS DEL OBJETIVO I: EVALUAR LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA COBERTURA FINAL DEL EX BASURERO	33
6.1.1. Evaluación de las problemáticas que afectan al sustrato.....	33
6.1.2. Condiciones del sustrato.....	37
6.1.3. Estudio de vegetación.....	46
6.2. RESULTADOS DEL OBJETIVO II: DISEÑAR EL PLAN DE CLAUSURA QUE INCLUYA LA CONSOLIDACIÓN DEFINITIVA DE LA COBERTURA FINAL Y LA REHABILITACIÓN DEL EX BASURERO DE S.C. DE BARILOCHE	53
6.2.1. Evaluación del estado actual del sustrato y propuestas correctivas	53
6.2.2. Propuestas para el manejo de la vegetación.....	55
6.2.3. Mapa de riesgo ambiental en el área de trabajo.....	58
6.2.4. Estudio de Impacto Ambiental para la clausura definitiva	60
6.3. CRONOGRAMA.....	63
6.4. PRESUPUESTO	64
7. CONCLUSIONES.....	66
8. RECOMENDACIONES	68
9. ANEXOS.....	69
ANEXO I: COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL ÁREA DE REFERENCIA Y EX BASURERO	69
ANEXO II: MAPA DE RIESGO PARA LAS ACTIVIDADES DE LA CLAUSURA Y POST CLAUSURA.....	73
ANEXO III: MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL.....	99
10. BIBLIOGRAFÍA	107

Índice de Tablas:

Tabla 1: Matriz binaria para evaluar la magnitud del riesgo asociado a una tarea, con la probabilidad y las consecuencias.....	27
Tabla 2: Listado de criterios utilizados y la categorización, valoración y peso.....	29
Tabla 3: Jerarquización de impactos: impactos positivos y negativos y la jerarquización por rangos del Valor de Impacto Ambiental (VIA) y color de referencia.....	30
Tabla 4: Descripción de los factores ambientales de los medios físico, biológico y antrópico susceptibles a ser impactados.....	31
Tabla 5: Características dimensionales de los surcos y volumen erosionado por acción hídrica para cada sector estudiado.....	33
Tabla 6: Porcentaje de residuos y ramas para cada sector.	35
Tabla 7: Volumen de residuos, tipo, presencia de sedimentos y geomanta descubierta en el borde de canaleta para el sector Norte, Sur, Este y Oeste.	35
Tabla 8: Porcentaje de geomanta descubierta para cada sector.	36
Tabla 9: Temperatura del sustrato (°C) y desvío estándar para cada sector.	37
Tabla 10: Densidad aparente superficial (g/cm ³) para la cobertura final y el área de referencia.....	40
Tabla 11: Orientación, longitud del tramo, ángulo de pendiente (°), desnivel, ubicación de puntos GPS, pendiente GPS (%) para cada sector.....	41
Tabla 12: Profundidad del sustrato para cada sector.....	43
Tabla 13: Porcentaje de humedad y su desvío estándar área de referencia y en el ex basurero para el mes de febrero.	44
Tabla 14: Resultados de análisis del sustrato de la cobertura final del ex basurero y suelo del área de referencia.....	45
Tabla 15: Volumen necesario de capa intermedia y capa superior (m ³) estimado en base al área del sector, volumen erosionado (Ve), volumen para cubrir la geomanta (Vg), el volumen de capa intermedia (Vm) y el volumen de capa superior apta para sustentar la vegetación (Vs), para cada sector.	53
Tabla 16: Capacitaciones y elementos de PP necesarios para realizar la tarea 1.....	59
Tabla 17: Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental.....	61
Tabla 18: Cronograma de actividades del trabajo de rehabilitación del ex basurero.	63
Tabla 19: Presupuesto del trabajo de rehabilitación del ex basurero.....	64

Índice de Figuras:

Figura 1: Cobertura final para la remediación del basurero compuesto por: una capa de suelo vegetal, una capa intermedia, la geomanta, una capa inferior y los residuos sólidos.....	5
Figura 2: Esquema del proceso técnico de clausura del ex basurero de S.C. de Bariloche.....	6
Figura 3: Ubicación del ex basurero de la ciudad de S.C. de Bariloche, Provincia de Río Negro (Argentina).....	13
Figura 4: Ubicación del Centro Ambiental de S.C. de Bariloche, donde se encuentra el ex basurero y el relleno sanitario. A la izquierda (Oeste) se indica el área de referencia seleccionada.....	14
Figura 5: Sectores y superficies del ex basurero: sector plano, sector Norte, sector Sur, sector Este y sector Oeste.....	14
Figura 6: Medición de longitud y profundidad de surcos: con la cinta métrica se mide la longitud y con un metro plegable de carpintero se mide su profundidad..	16
Figura 7: Canaleta de evacuación de aguas superficiales obstruida con residuos diversos	17
Figura 8: Ensayo de infiltración: se muestran los dos anillos del infiltrómetro clavado en el suelo del área de referencia, junto con los bidones de agua necesarios para realizar el ensayo.	19
Figura 9: Muestreador utilizado para medir la densidad aparente del sustrato.....	19
Figura 10: Medición de pendiente del talud Sur del ex basurero mediante una cinta métrica y un clinómetro.....	21
Figura 11: Medición de profundidad del sustrato que cubre la geomanta con un metro plegable.....	21
Figura 12: Toma de muestra de humedad con una pala de jardinería y una bolsa plástica.....	22
Figura 13: Muestreo de vegetación: cuadrado de 1 m ² dispuesto sobre el sustrato.....	24
Figura 14: Presencia de erosión hídrica en sector Sur: 1) material arrastrado por el agua en un surco delimitado. 2) mismo surco delimitado desde otro ángulo.....	34
Figura 15: Geomanta descubierta: 1) se observa la acción erosiva de un surco sobre un sitio de unión de geomanta en el talud Oeste. 2) borde de geomanta descubierta por acción hídrica	34
Figura 16: Residuos: canaleta de evacuación de aguas superficiales del sector Oeste con obstrucción por residuos.....	36
Figura 17: Geomanta descubierta (%) de los diferentes sectores de estudio.....	37
Figura 18: Temperatura del sustrato (°C) de los diferentes sectores de estudio: sitio de referencia y sectores del ex basurero.....	38
Figura 19: Tasa de infiltración: la infiltración en el área de referencia (puntos, línea de tendencia y valor R cuadrado de ajuste en verde), infiltración en el sector plano: primera medición (puntos, línea de tendencia y valor R cuadrado de ajuste en rojo), e infiltración en el sector plano: segunda medición (puntos, línea de tendencia y valor R cuadrado de ajuste en azul)	39
Figura 20: Puntos GPS (1 al 26) cargados sobre una imagen satelital de Google Earth.	42
Figura 21: Acumulación de agua en el sector plano debido a la pendiente inadecuada.	42
Figura 22: Contenido de humedad (%) de los diferentes sectores de estudio: sitio de referencia, y sectores del ex basurero: sector plano, sector N, sector S, sector E y	

sector O. Letras diferentes indican diferencias significativas en el contenido de humedad entre los diferentes sectores (P<0.05).....	44
Figura 23: Porcentaje de cobertura vegetal y de suelo desnudo para cada sector evaluado.....	46
Figura 24: Cobertura de suelo desnudo (%) en área de referencia (37,5±24,3), sector plano (62,5±17,16), sector de taludes Norte (87,5±10,3), Sur (87,5±12,6), Este (75±18,6), Oeste (87,5±9,2).....	47
Figura 25: Cobertura de vegetación (%) del área de referencia y los diferentes sectores de estudio: sector plano, sector de taludes N, S, E y O. Letras diferentes indican diferencias significativas en el porcentaje de cobertura entre los diferentes sectores del área de estudio (P<0.05).....	47
Figura 26: Aspecto de la vegetación en el área de referencia:1) <i>Fabiana imbricata</i> , <i>Nothofagus antártica</i> , entre otras. 2) <i>Haplopappus glutinosus</i>	48
Figura 27: Aspecto de la vegetación del área del ex basurero.....	49
Figura 28: Cobertura de vegetación (%) en: 1) área de referencia, 2) sector plano, 3) sector Norte, 4) sector Sur, 5) sector Este y 6) sector Oeste, de los diferentes grupos funcionales: Grupo I (árboles), Grupo II (arbustos y sub arbustos), Grupo III (gramíneas y hierbas perennes), y Grupo IV (gramíneas y hierbas anuales). Letras diferentes indican diferencias significativas en el porcentaje de cobertura entre los diferentes sectores del área de estudio.....	51
Figura 29: Mapa de riesgo para la tarea 1: evaluación del estado actual del sustrato. En la figura se muestra en verde la cobertura final del ex basurero, sobre una imagen satelital. Los símbolos en azul son de obligatoriedad, en amarillo son símbolos de precaución o advertencia y en rojo prohibiciones.....	59

1. Introducción

Los residuos sólidos urbanos (RSU) son definidos por la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU), como los residuos originados por los usos residenciales, comerciales e institucionales, así como también por el barrido y limpieza del espacio público, por industrias y establecimientos de salud, que no tengan características tóxicas, ni peligrosas (ENGIRSU, 2005). La disposición final de RSU comprende las operaciones para lograr un depósito permanente de las mismas (Ley N° 25.916, 2004), y se realiza principalmente de dos formas, en basureros a cielo abierto o en rellenos sanitarios (ENGIRSU, 2005). Los basureros (“dumpsites” en inglés), son definidos como sitios donde se depositan o arrojan indiscriminadamente residuos sin, o con medidas muy limitadas de control, operación y sin protección al ambiente circundante (D’hers, 2013; ISWA, 2016). Por otro lado, los rellenos sanitarios (“landfill” en inglés), son instalaciones diseñadas para la disposición final segura de los residuos (D’hers, 2013; NSW EPA, 2016). En el diseño de las instalaciones de los rellenos sanitarios, existen diferentes etapas. Primeramente, realizar una excavación y sobre ella colocar una capa impermeabilizante para aislar los RSU y en la concavidad realizada por la excavación se depositan los RSU, donde a medida que se colocan los residuos se compactan y se cubren con tierra (Jones-Lee y Lee, 2014). Los rellenos sanitarios también en su diseño incluyen el tratamiento de lixiviados, manejo de gases, monitoreo de aguas subterráneas y planes de revegetación en la capa superior (Ares, 2016). Actualmente los lineamientos de la planificación y/o las acciones de trabajos internacionales y nacionales orientan a que la disposición final sea controlada y sostenible en rellenos sanitarios, y a su vez priorizan que se erradiquen los basureros, que originan serios riesgos de contaminación (ENGIRSU, 2005; Kim y Owens, 2010).

Considerando la legislación, la disposición final de manera racional de los residuos, comienza a tener mayor importancia a nivel internacional luego de la aprobación de la Agenda 21 durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo del año 1992, denominada comúnmente como cumbre de Río (ONU, 2009). Luego de la cumbre de Río, los países que suscribieron la Agenda 21, comenzaron a desarrollar metodologías para la clausura y post clausura de los sitios de disposición final de los RSU. Algunos países como Estados Unidos fijaron criterios que exigen una cobertura final y un seguimiento de 30 años del sitio clausurado (USEPA, 1997; BCN, 2016), así como México y Perú, que también han elaborado guías para la clausura y rehabilitación de basureros (Hernández Barrios y Wehenpohl, 2000; CEPIS-OPS, 2004). Si bien Argentina no cuenta con guías o criterios para la clausura, existe la ley de presupuestos mínimos para la Gestión Integral de Residuos Domiciliarios, donde se establece la obligación de realizar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), antes de iniciar la operación de rellenos sanitarios, y contempla el monitoreo durante el periodo de operación, clausura y post clausura (Ley N° 25.916, 2004). El EIA es un proceso destinado a identificar, predecir, interpretar, prevenir y comunicar el efecto de un proyecto sobre el ambiente (Gómez Orea, 1994), dando la posibilidad de elaborar planes de gestión ambiental para prevenir y

mitigar las diversas situaciones que podrían presentarse durante la ejecución del proyecto. A nivel provincial, Río Negro no tiene norma especial que regule la gestión de RSU, como así tampoco su disposición final (URS, 2014). En el Municipio de S.C. de Bariloche, el área degradada de disposición final ha recibido cierta atención, ya que es considerada un área rural de preservación ecológica destinada a la recuperación (Código Urbano, 1995).

Si bien los rellenos sanitarios pretenden reducir el impacto ambiental, económico y social, en contraste con los basureros (Ares, 2016), ambas formas presentan riesgos ambientales y en la salud humana (Lee et al., 1994; USEPA, 1997; Ashwath y Venkatraman, 2010). La contaminación ambiental está asociada principalmente al aire y al agua (NSW EPA, 2016). La contaminación del aire se debe a los gases tóxicos producidos en la degradación anaeróbica y por los incendios que se producen en sitio (Tchobanoglous et al., 1998). A su vez, las aguas pueden ser afectadas por los lixiviados que se forman con la humedad de los residuos y el agua de lluvia, que percola a través de los residuos, estos lixiviados contienen ácidos orgánicos que disuelven los metales pesados y pueden ser arrastrados hasta las aguas subterráneas (Ares, 2016). Los efectos sobre la salud humana de la disposición final de residuos en basureros y rellenos sanitarios, están asociados principalmente a vectores sanitarios (moscas y roedores), a enfermedades (malaria, diarrea, fiebre amarilla, etc.), y a accidentes en personas que realizan algún tipo de aprovechamiento de los RSU (Tchobanoglous et al., 1998; ISWA, 2016).

Los basureros y los rellenos sanitarios tienen una vida útil y una vez que han agotado su capacidad, pierden su funcionalidad y es considerado un ambiente degradado. Es prioritario recuperar estos ambientes para suprimir la proliferación de vectores sanitarios, reducir la generación de lixiviados, proteger el agua subterránea, limitar incendios potenciales, controlar los gases y recuperar el paisaje (Gómez Orea, 2004). Una vez que el basurero se colmata, se debe realizar la clausura del mismo, etapa que aísla la masa de residuos y proporciona una superficie apta para la posterior revegetación (Gómez Orea, 2004; ISWA, 2016; NSW EPA, 2016). La clausura de un basurero se realiza para prevenir y/o reducir los efectos negativos sobre el ambiente y los riesgos en la salud humana (ENGIRSU, 2005). Esta acción requiere un sistema alternativo de gestión de residuos, que esté planificado de manera adecuada, con capacidad institucional y administrativa, recursos financieros, apoyo social y finalmente consenso político (ISWA, 2016).

Técnicamente, para concretar el cierre de un basurero o relleno sanitario, es necesario un plan de clausura y post clausura. El plan de clausura consta de la construcción de un terraplén perimetral de contención de residuos, la colocación de una cobertura de impermeabilización y una cobertura final para minimizar la infiltración y la erosión, con la capacidad de sostener preferentemente plantas nativas en crecimiento (USEPA, 1997; NSW EPA, 2016). La integración paisajística con especies nativas presenta ventajas frente a especies no autóctonas y es recomendable su uso por su adaptación a las condiciones climáticas y su bajo costo de mantenimiento (Tchobanoglous et al., 1998; NSW EPA, 2016). El plan de post clausura consta de un periodo de 30 años, como mínimo, en el cual se realizan trabajos de mantenimiento de la

cobertura final, el sistema de lixiviados y de extracción de gases y el monitoreo de las aguas subterráneas (USEPA, 1997; NSW EPA, 2016). Luego el basurero clausurado debe ser reevaluado para analizar su estado y si puede pasar a otro tipo de uso de la tierra. El uso final de los basureros o rellenos sanitarios clausurados puede ser para la integración paisajística, uso recreativo (campo deportivo, parque), cultivo agrícola, uso comercial (estacionamiento, vía de comunicación, polo industrial), parque energético (solar, eólico), entre otros (de Cortázar et al., 2017). En la Argentina, el uso de tierra según la Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE), se orienta a la mejora ambiental construyendo áreas verdes y recreativas (CEAMSE, 2018).

En las tareas vinculadas al plan de clausura también existen para las personas involucradas riesgos laborales, que se evalúan mediante la confección del correspondiente mapa de riesgos. El mapa de riesgos permite describir los riesgos laborales específicos presentes en el área geográfica y en las locaciones que se realizaran las tareas, permitiendo la realización de los programas de prevención de riesgos pertinentes determinados por la legislación vigente (Decreto N° 351, 1979; Resolución N° 905, 2015; Ley N° 27.287, 2017).

El aumento de la población mundial y del número y tamaño de las urbanizaciones ha producido un aumento en el volumen de los residuos, para el año 2013 se generaron a nivel mundial 3,5 millones de toneladas por día (Ares, 2016). El 40% de los residuos generados a nivel mundial, se disponen en basureros, los cuales afectan el hábitat de aproximadamente 3-4 billones de personas (ISWA, 2016). El resto de los residuos, es decir un 60%, siguen un circuito de reciclaje y reúso, separación, tratamiento químico o biológico, destrucción térmica o se tiran al océano generando las islas de basura (Jambeck et al., 2015). En Argentina se estima que la disposición final de RSU se realiza en forma inadecuada (45%), tanto en basurales a cielo abierto y centros semi controlados. A su vez, los municipios de Argentina con más de 500.000 habitantes implementan rellenos sanitarios en el 11% de los casos, y en localidades con menos de 100.000 habitantes, predominan los basureros (Gonzales, 2010). La responsabilidad de la Gestión Integral de RSU (GIRSU), está compartida entre los municipios y la provincia dado que la gestión de los RSU es de carácter municipal, pero a su vez, las provincias tienen soberanía sobre los recursos naturales, siendo responsables de su cuidado y preservación, evitando los impactos negativos del manejo inadecuado de los residuos (ENGIRSU, 2005).

Dicho contexto mundial y nacional, coincide con lo que ocurre en la ciudad de S.C. de Bariloche, dado que en las últimas décadas también se ha incrementado la producción de los RSU. La ciudad de S.C. de Bariloche ha tenido un gran crecimiento poblacional en las últimas décadas, estimado en un 40% entre los censos de 1991 y 2011 (Ministerio del Interior, 2016). Este aumento en la población también ha producido un aumento en la generación de los RSU. En el año 2008 se estimó en 170 toneladas diarias (para temporada baja), con una generación per cápita de entre 1,4 y 1,8 kg por habitante por día (URS, 2014). Una parte de los RSU generados se recuperaron por la Asociación de Recicladores Bariloche (ARB), y el resto se dispuso en el basurero a cielo abierto (denominado ex basurero), hasta el año 2015 (Paineuhual et al., 2017).

El ex basurero de la ciudad de S.C. de Bariloche, se encuentra como se mencionó anteriormente, ubicado según el Código Urbano (1995), como zona o área rural de preservación ecológica y tiene características de un área degradada a recuperar. La preservación ecológica según la Carta Orgánica (2007) de la ciudad, en su artículo 29, inciso 11, señala que se debe garantizar la adecuada disposición final de los RSU. Para esto la Municipalidad de S.C. de Bariloche, llevó a cabo un Plan de GIRSU en el año 2008 (Municipalidad de S.C. de Bariloche, 2008), con los objetivos de establecer una reutilización socialmente aceptable del predio, garantizar la integridad post clausura a largo plazo, en función de cualquier aspecto ambiental y brindar condiciones aptas para el crecimiento de la vegetación. Sin embargo, este estudio no fue utilizado como guía para la clausura del ex basurero de la ciudad (Ignacio Sagardoy, comunicación personal).

Dada la elevada producción de RSU y la capacidad restante del ex basurero existente, en el año 2012 el Municipio de S.C. de Bariloche solicitó fondos del programa de gestión integral RSU en municipios turísticos, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), a través de dos subprogramas co-ejecutados por el Ministerio de Turismo de Nación (MINTUR) y por la ex Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. El programa de nación, estaba destinado principalmente a obras de construcción de rellenos sanitarios, plantas de separación y transferencia, y a la clausura de basureros (SECTUR, 2007; SAM, 2010). Debido a que la ciudad de S.C. de Bariloche colinda con el Parque Nacional Nahuel Huapi y es un centro turístico de nivel internacional y nacional, se gestionó y solicitó a través del MINTUR dicho programa. Para solicitar los fondos se realizaron estudios de base efectuados por la empresa Ingeniería y Asistencia Técnica Argentina S.A. (IATASA), que luego fueron utilizados para formular los pliegos con las especificaciones técnicas correspondientes a las obras a gestionar (Susana Moyano, comunicación personal). Las obras gestionadas fueron una planta de separación de RSU, una planta de tratamiento de lixiviados, la clausura y recuperación del basural existente y la construcción del relleno sanitario para la disposición final de RSU (MINTUR, 2018). El presupuesto oficial para la clausura del ex basurero fue de 20,3 millones de pesos (4,5 millones de U\$S) (MINTUR, 2012). En el año 2012, se llamó a licitación pública internacional para la realización de dichas obras y en el año 2015 fue finalizada la clausura del basurero, la planta de separación, la planta de compostaje y el relleno sanitario (TELAM, 2015; Painehual et al., 2017; Susana Moyano, comunicación personal).

El plan de clausura fue ejecutado, pero en la actualidad está en riesgo la efectividad de dicho plan debido a que no se revegetó adecuadamente en lo que respecta a cobertura vegetal (baja cobertura) y composición de especies, y por la marcada erosión hídrica que se evidencian como surcos en la superficie de la cobertura final, facilitando que el agua de lluvia ingrese a la celda o sitio de almacenaje de RSU y genere mayor cantidad de lixiviados. Por esta razón es necesario evaluar la situación actual de la cobertura final del ex basurero, proponer acciones correctivas para consolidar el sustrato y completar el plan de clausura.

2. Marco Teórico

En el año 1985 se comenzó a verter los RSU sobre una cantera de extracción de áridos existente en la Pampa del Huenuleo (IATASA, 2010). Dicha cantera había sido utilizada en la construcción de la Ruta Nacional 40, y la misma se rellenó con RSU dispuestos sin medidas de protección ambiental (sin una geomembrana antes de colocar los residuos, entre otras). Los residuos se ubicaron entre los años que estuvo activo, en los 10 m de profundidad que presentaba originalmente la cantera abandonada, a la que se le agregaron 10 m más de altura de RSU compactados por encima de la cota del terreno natural, almacenando de esta forma un gran volumen de residuos (IATASA, 2010; MINTUR, 2012).

Antes de su clausura, el ex basurero de S.C. de Bariloche se encontraba al final de su vida útil, con nula capacidad de recibir RSU, y en estado de emergencia (Ordenanza N° 2147, 2011). En el año 2011 se declaró en situación de emergencia hasta que se realice la remediación total del basurero (Ordenanza N° 2147, 2011). Considerando la magnitud de la degradación de los basureros colmatados, en los cuales se transforma completamente el ecosistema, la acción prioritaria a implementar es la clausura del mismo (Gómez Orea, 2004).

Para la clausura del ex basurero de la ciudad, desde el punto de vista técnico, se planificó instalar las siguientes capas según los pliegos de obra del MINTUR (Figura 1), de abajo hacia arriba: una capa inferior de sustrato, una geomanta compuesta por un geotextil embebido en bentonita o “Geosynthetic Clay Liner” (GCL) en inglés, una capa intermedia de sustrato y una capa superior de suelo o suelo vegetal para la implantación de especies autóctonas (MINTUR, 2012).

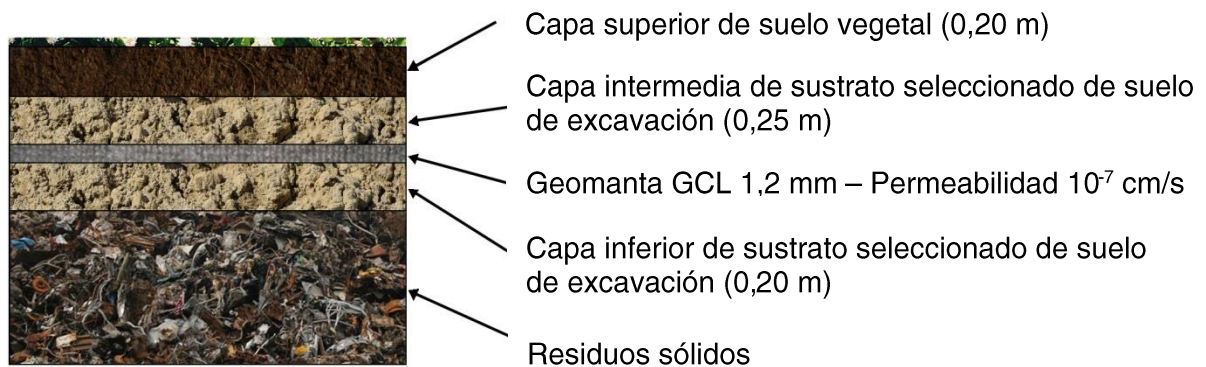


Figura 1: Cobertura final para la remediación del basurero compuesto por: una capa de suelo vegetal, una capa intermedia, la geomanta, una capa inferior y los residuos sólidos. Fuente: adaptado de MINTUR, 2012.

La geomanta reforzada consistente en una capa de bentonita sódica encerrada entre una capa de geotextil tejido y otra capa de geotextil no tejido, agujados entre sí en forma continua (MINTUR, 2012). La capa superior de suelo vegetal fue obtenida del horizonte superior de destape para instalar el nuevo relleno sanitario, construido simultáneamente a la clausura del ex basurero (Susana Moyano, comunicación personal). Por otro lado, las capas inferior e intermedia de sustrato seleccionado de suelo provienen de las excavaciones más profundas a

los 200 mm, del material removido para realizar los terraplenes del relleno sanitario actual (Susana Moyano, comunicación personal).

En forma general, el proceso técnico de clausura del ex basurero está conformado por las siguientes partes: el proceso de clausura, el proceso de recuperación y el proceso de post clausura (Figura 2).

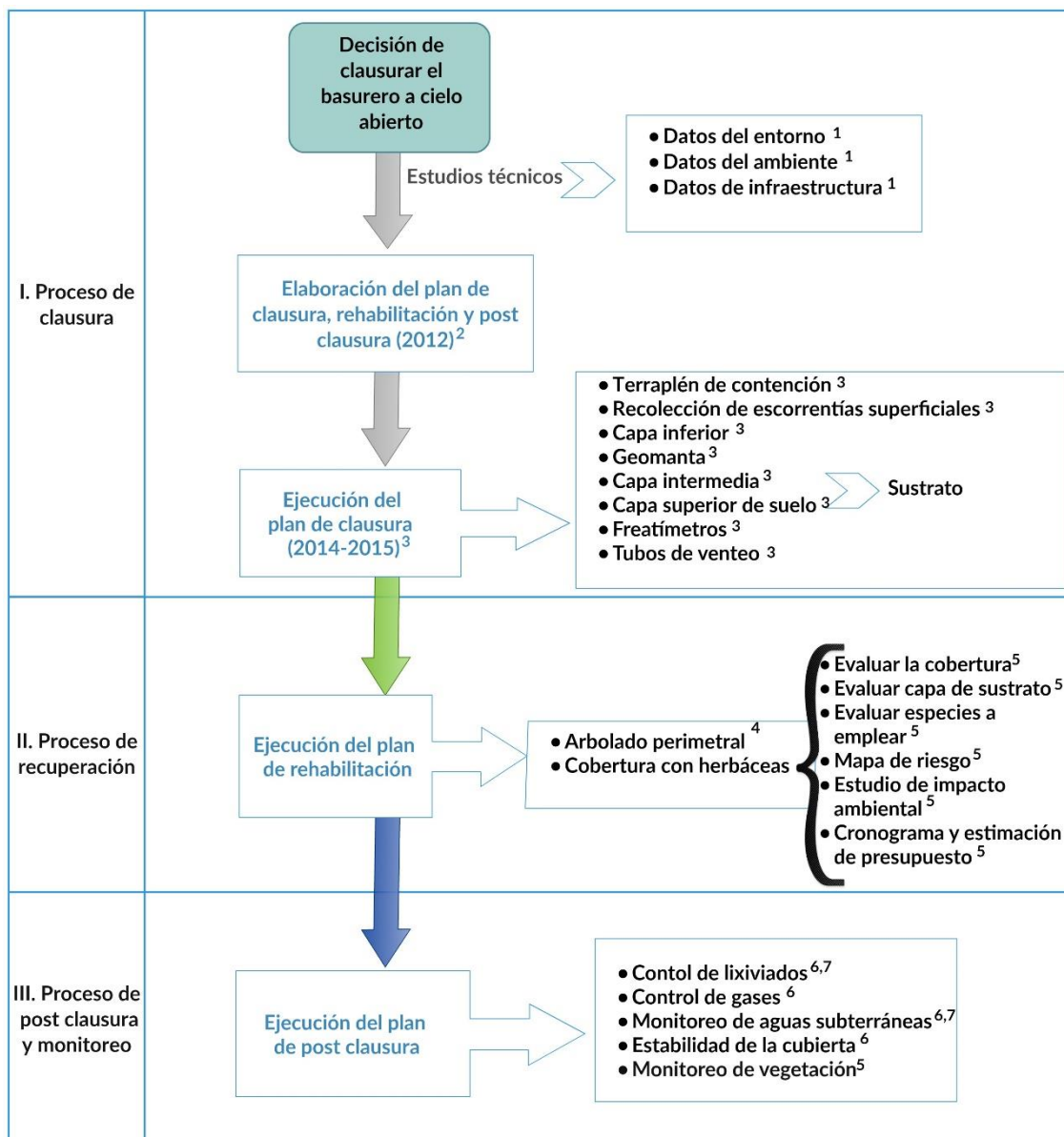


Figura 2: Esquema del proceso técnico de clausura del ex basurero de S.C. de Bariloche. Fuente: adaptado de CEPIS-OPS (2004). Actividades realizadas por: (1). IATASA Ingeniería (2). Pliegos con especificaciones técnicas del Ministerio de Turismo de Nación (3). Empresas ejecutoras: Grupo Desleripes (4). INTA-Municipalidad de S.C. de Bariloche (5). Actividades sin desarrollo actual en el ex basurero, que son analizadas en este Trabajo Final Integrador (6). Municipalidad de S.C de Bariloche (7) UNRN Sede Andina, Ingeniería Ambiental, coordinadas por Natalia D´Amico.

Si bien la clausura realizada en el año 2015 en el ex basurero tiene los componentes del plan de clausura propuestos por los pliegos de obra del MINTUR (2012) y coinciden con los lineamientos internacionales de la USEPA (1997), como el terraplén perimetral, los tubos de venteo, el revestimiento de geomanta, la capa intermedia de sustrato, la capa superior de suelo

vegetal y los pozos de monitoreo de agua subterránea, no se observa una vegetación que evite la erosión hídrica. Por lo tanto es necesario llevar a cabo acciones para la revegetación de la cobertura final con especies nativas y exóticas.

En general se conoce que el establecimiento y el crecimiento de la vegetación en los sustratos dispuestos para tal fin se ve limitada principalmente por la compactación y la reducida cantidad de nutrientes de la cobertura final (Kim y Owens, 2010). Las propiedades fisicoquímicas del sustrato que se coloca para la clausura de sitios de disposición final, frecuentemente necesitan ser mejoradas mediante la incorporación de enmiendas orgánicas o biosólidos. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (MAySA), los biosólidos son barros cloacales sometidos a tratamientos de estabilización y/o higienización mediante procesos físicos, químicos o biológicos (Resolución N° 410 del MAyDS, 2018) y son una opción que se utiliza para mejorar el sustrato porque contienen una variedad de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, y una gran proporción de materia orgánica (Kim y Owens, 2010). En el ex basurero de S.C. de Bariloche, se ha realizado un ensayo preliminar (solo en 1,6% del área del mismo) con compost de biosólidos y siembra de cereales de rápido crecimiento. Se realizaron 4 parcelas de 25 m²: en dos de ellas se cubrió con 8 cm de compost y se sembró avena y centeno, en otras dos se cubrió con 4 cm de compost sin siembra. El compost utilizado en los ensayos fue compost Clase C, proveniente de la planta de compostaje de biosólidos de la ciudad de S.C. de Bariloche (Riat et al., 2017). Los resultados del ensayo muestran después de la primera estación de crecimiento, una mayor cobertura en los sitios con compost y siembra (Rovere et al., 2017).

Originalmente, en los pliegos de obra de remediación y recuperación del ex basurero se planificó la implantación de una pantalla forestal con 450 unidades de especies autóctonas en el perímetro del predio y sobre el área remediada una revegetación con grama y plantas de raíces cortas, superficiales o raíz horizontal, admitiéndose el plantío en hoyos llenos de tierra abonada preferiblemente con especies endémicas (MINTUR, 2012).

Respecto al arbolado perimetral del Centro Ambiental, el mismo fue realizado por la Municipalidad de S.C. de Bariloche, con asistencia técnica de Leonardo Gallo (INTA EEA Bariloche), en el invierno del año 2017. Se realizó la plantación de 3500 plantines de árboles de entre 1 a 2 años de edad en tubetes y en estacas. Las especies utilizadas fueron diferentes según el sector de plantación, en cercos perimetrales se plantó *Pino ponderosa*, *Pseudotsuga menziesii* (Pino oregón), *Populus trichocarpa* (Álamo balsamero), y *Populus x canescens* (Álamo blanco), donde los últimos dos fueron seleccionados por su resistencia a bajas temperaturas. Junto a la canaleta de evacuación de aguas superficiales, se plantaron estacas de *Salix viminalis* (Mimbrera blanca), por sus características fitorremediadoras (Dimitriou y Aronsson, 2005). En el sector de la entrada del Centro Ambiental donde había un sector con remanentes de Cipreses, se plantaron 400 plantines de *Austrocedrus chilensis* (Ciprés de la cordillera), *Nothofagus alpina* (Raulí) y *Nothofagus obliqua* (Roble pellín). Las especies plantadas fueron regadas durante la implantación y durante el primer verano (Leonardo Gallo, comunicación personal).

Específicamente sobre la cobertura final del ex basurero, si bien el trabajo de Riat et al., (2017) fue un primer ensayo diseñado para evitar la erosión y retener el sustrato, no incluyó especies nativas como así tampoco evaluó las condiciones actuales del sustrato, en lo que respecta a su profundidad o ausencia del mismo evidenciado por la presencia de la geomanta en superficie. Si la geomanta se encuentra superficial y expuesta podría romperse o provocar mayor erosión hídrica en áreas aledañas dado que funcionarían como zona de no infiltración intensificando las escorrentías. A su vez, dada la forma geométrica del basurero clausurado de cono truncado o palangana invertida, es de esperar que la erosión hídrica sea diferente tanto en la parte plana superior, como en los sectores taludes laterales con pendiente.

La clausura se llevó a cabo a través de un proceso de remediación durante el año 2014 y 2015, con acciones destinadas a disminuir los niveles de contaminación del suelo y del agua subterránea (Ordenanza N° 2147, 2011), retirando, reduciendo o neutralizando sustancias o materiales peligrosos para prevenir o minimizar cualquier efecto adverso sobre el ambiente o la salud humana (Suthersan et al., 2017). Una vez realizada la remediación, la cobertura final presenta características de un ecosistema degradado, dañado o destruido y no posee la capacidad de recuperarse naturalmente, por lo que es necesario iniciar el proceso de recuperación (Lamb y Gilmour, 2003). Para recuperar el área degradada se pueden seguir tres caminos: una reclamación, una rehabilitación o una restauración ecológica. La reclamación tiene como objetivos la estabilización del terreno, el aseguramiento de la seguridad pública, el mejoramiento estético y, por lo general, el retorno de las tierras a lo que se consideraría un propósito útil dentro del contexto regional. Uno de los componentes de la reclamación, la revegetación, podría significar el establecimiento de sólo una o unas pocas especies (SER, 2004). La rehabilitación tiene como objetivos reparar los procesos y los servicios del ecosistema, teniendo en cuenta el ecosistema de referencia pero sin intentar completar integralmente el ecosistema original, pudiendo incluir especies exóticas y nativas (SER, 2004; Rovere, 2010). La restauración ecológica es el proceso de ayudar el restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido (SER, 2004). El ecosistema de referencia puede ser un sitio verdadero o una descripción del mismo (Rovere y Masini, 2013). Cuando las condiciones preexistentes antes del daño son difíciles o imposibles de determinar con exactitud es necesario reconstruir el posible ecosistema de referencia a través de estudios áreas remanentes del ecosistema o de otras informaciones ecológicas, culturales e históricas (SER, 2004). Cuando el grado del disturbio o alteración del ecosistema es alto, se dificulta guiar el proceso de recuperación del mismo hacia una restauración ecológica, recuperando la biodiversidad original, dado que se han atravesado tanto los umbrales bióticos como abióticos (Consejo Canadiense de Parques, 2008). En ecosistemas muy degradados la práctica de rehabilitación garantiza la estabilidad del sistema con un bajo costo de implementación y mantenimiento (Rovere y Masini, 2013).

En el proceso de rehabilitación, el cual puede incluir especies exóticas y nativas (SER, 2004; Rovere, 2010), estas especies pueden reintroducirse mediante diferentes técnicas. Entre ellas, se encuentra la fitorremediación, que utiliza materiales naturales, organismos vivos y el

ambiente fisicoquímico para lograr la remediación de ambientes degradados (Madera-Parra et al., 2014; Suthersan et al., 2017). La fitorremediación es una tecnología que utiliza algunas especies de plantas con características fisiológicas adaptadas a tolerar y acumular tóxicos, para remediar un sitio degradado. La fitorremediación es considerada una aplicación tecnológica rentable, respetuosa con el medio ambiente y en particular su empleo en áreas cercanas a viviendas presenta aceptación por parte de los habitantes (Kim y Owens, 2010). La aceptación social es importante, ya que la recuperación de áreas degradadas, y en particular dentro de áreas urbanas afecta directamente a la población, por lo que las necesidades e intereses de los habitantes deben ser considerados (Rovere et al., 2015). En diferentes diarios digitales de la región, entre ellos Diario El Cordillerano, Rio Negro y Bariloche 2000, se evidencia la preocupación y malestar de los vecinos por diferentes problemáticas (presencia de roedores, basura volada, humo por incendio, etc.), que sufren por el estado actual del Centro Ambiental, que incluye tanto el ex basurero, el relleno sanitario y la planta de separación de RSU.

Antes de iniciar un proceso de rehabilitación, se deben determinar las condiciones del sustrato existente, dado que es el soporte de la vegetación y su estado brinda información relevante para mejorar el proceso de clausura (Tchobanoglous et al., 1998). Para esto se deben realizar diferentes estudios de campo y de laboratorio. Los estudios de campo brindan información básica para recuperar áreas degradadas, tales como la temperatura del sustrato y la presencia de problemáticas que dificultarán la implantación de vegetación (Gómez Orea, 2004). También es importante un análisis detallado de la cobertura y composición de la vegetación presente tanto en el área degradada como de áreas de referencias aledañas (Rovere y Masini, 2013). A su vez, es importante la identificación y estimación de abundancia de los grupos funcionales (Díaz y Cabido, 1997), entendido como un conjunto de especies que comparten atributos funcionales, que le permiten desempeñar la misma función en el ecosistema. Los atributos funcionales hacen referencia a cualquier atributo o condición que tenga influencia sobre la supervivencia, el establecimiento y la aptitud física de la vegetación que se establece, centrándose en rasgos que se vinculen a la adquisición, utilización y conservación de recursos (Reich et al., 2003). Por otro lado, los estudios de laboratorio están destinados a determinar la fertilidad del sustrato, donde los principales indicadores son los macronutrientes y la materia orgánica (Gómez Orea, 2004), y únicamente frente a la sospecha de contaminación del sustrato se deberán realizar análisis de elementos fitotóxicos, como hidrocarburos o metales pesados (CEPIS-OPS, 2004).

3. Objetivos

- I. Evaluar las condiciones actuales de la cobertura final del ex basurero.
- II. Diseñar el plan de clausura que incluya la consolidación definitiva de la cobertura final y la rehabilitación del ex basurero de S.C. de Bariloche.

4. Hipótesis

La hipótesis de trabajo sostiene que el ex basurero en la situación actual constituye un pasivo ambiental, donde es necesario realizar un proyecto ingenieril de clausura para rehabilitar e impedir que los impactos ambientales sean mayores y conseguir una integración del paisaje circundante. No intervenir inmediatamente mediante un proyecto ingenieril adecuado, ocasionará mayor pérdida del sustrato de la cobertura final, dificultad para la reintroducción de especies vegetales y concretar la rehabilitación del ex basurero.

5. Materiales y métodos

5.1. Área de estudio

El área de estudio se encuentra a una distancia de aproximadamente 3 km del Parque Nacional Nahuel Huapi y ubicada al SO del ejido municipal de la ciudad de S.C. de Bariloche. El ejido municipal tiene una superficie de 27.470 ha, y es uno de los ejidos municipales más extensos de la Argentina (POT, 2011). El ex basurero contiene RSU de la ciudad de S.C. de Bariloche, tanto de la población estable como de turistas que la visitan, de Dina Huapi ex sociedad de fomento de la provincia y actual ciudad del departamento Pilcaniyeu, como de sectores del Parque Nacional fuera del ejido urbano pero próximo a la ciudad. S.C. de Bariloche, que tiene una población estable de 112.887 habitantes (INDEC, 2010), y recibe aproximadamente a 500.000 turistas por año (MTCyD, 2014), actividad económica que también incrementa la generación de RSU.

El ex basurero de la ciudad de S.C. de Bariloche ($41^{\circ}10' 30''$ S; $71^{\circ}21'17''$ O), está ubicado en la Pampa del Huenuleo, a una altitud 950 m s.n.m. y sobre un área de 6 ha (Figura 3). El área de estudio cuenta con dos sitios de muestreo, la cobertura final del ex basurero y un área de referencia ubicada en latitud Sur $41^{\circ}10'49''$, longitud Oeste $71^{\circ}21'96''$ y a una altitud de 931 m s.n.m. (Figura 4). El área de referencia fue seleccionada basándose en información proveniente de mapas de vegetación del área circundante (Pereyra et al., 2005; Dzendoletas et al., 2006), áreas remanentes que indican las condiciones de la biota anteriores y versiones históricas (SER, 2004). Luego, dado que se constató la presencia de matorrales de Ñire dentro del predio del Centro Ambiental, se decidió elegir el área de referencia en dicho tipo de vegetación, pero a 0,7 km distantes en línea recta al Oeste del Centro Ambiental, a fin de minimizar el efecto de diferentes disturbios del áreas (áreas post-fuego y con abundancia de especies exóticas).

Para su estudio el ex basurero se dividió en cinco sectores con diferentes características: un sector central (sector plano) y cuatro sectores que corresponden a los taludes orientados hacia los puntos cardinales (sector Sur, sector Norte, sector Este y sector Oeste) como se destaca en la Figura 5. La elección de los cinco sectores se basó en que estas áreas presentan diferente pendiente y exposición, lo cual afecta la erosión del sustrato de la cobertura final, como así también colonización natural.

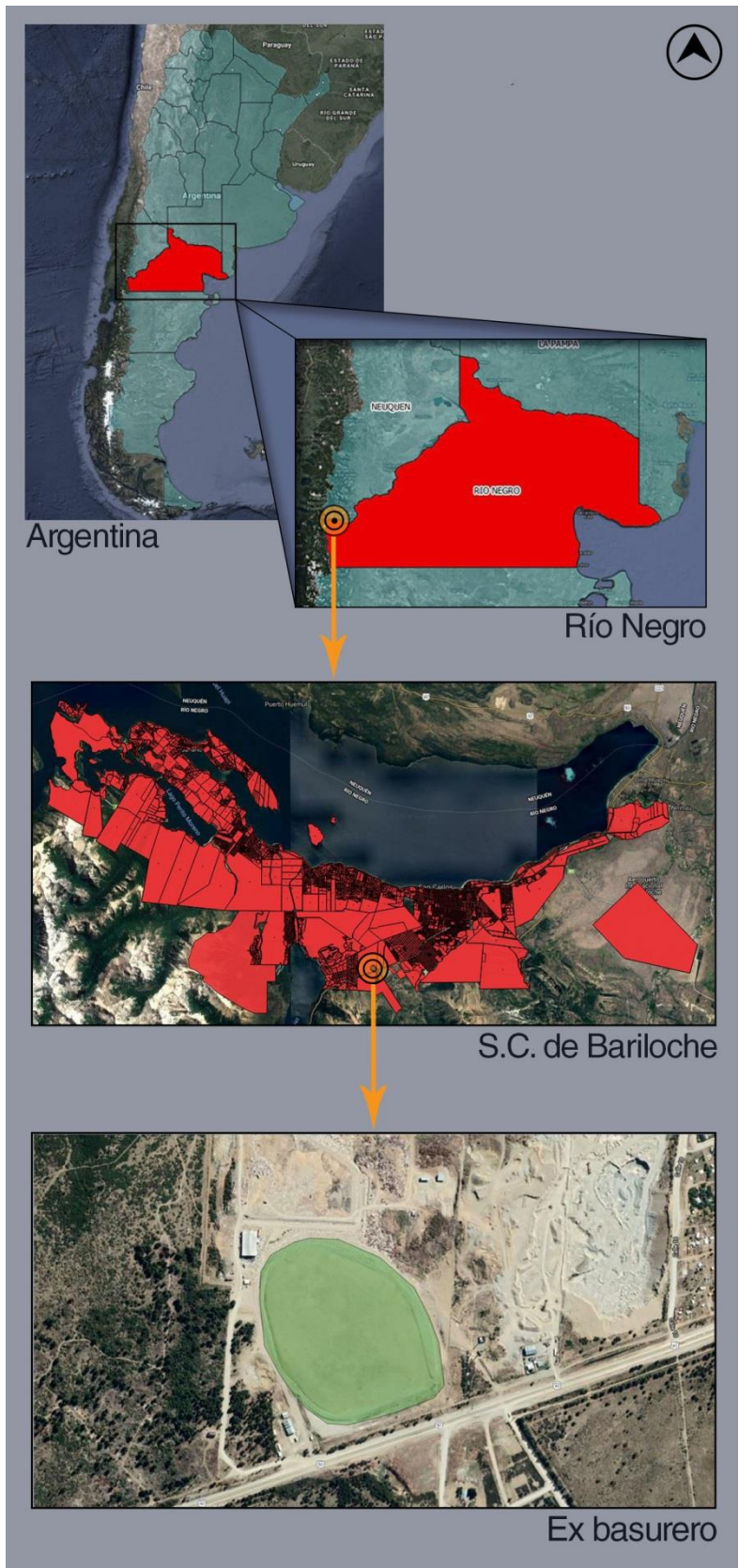


Figura 3: Ubicación del ex basurero de la ciudad de S.C. de Bariloche, Provincia de Río Negro (Argentina). Fuente: elaboración propia.

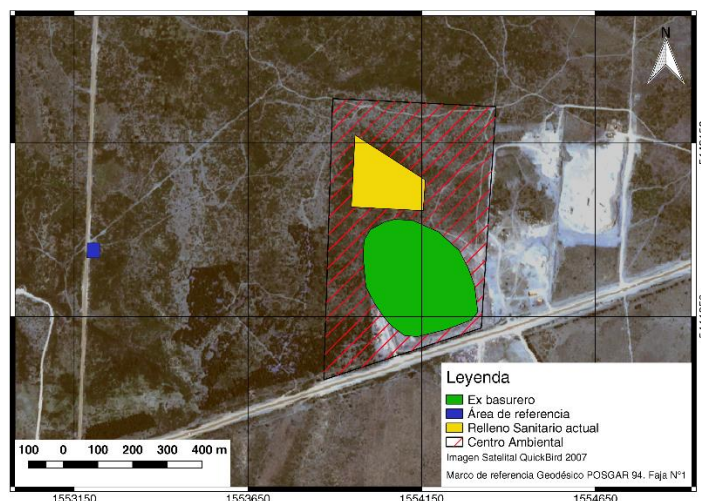


Figura 4: Ubicación del Centro Ambiental de S.C. de Bariloche, donde se encuentra el ex basurero y el relleno sanitario. A la izquierda (Oeste) se indica el área de referencia seleccionada. Fuente: elaboración propia.

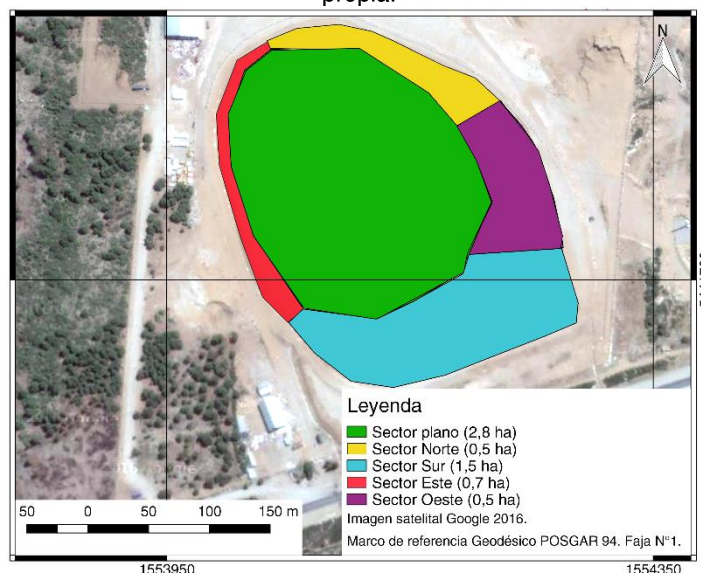


Figura 5: Sectores y superficies del ex basurero: sector plano, sector Norte, sector Sur, sector Este y sector Oeste. Fuente: elaboración propia.

En la región, el gradiente de precipitación varía entre 2000 mm a 800 mm anuales, en sentido O-E del ejido (DPA, 2011). La zona de estudio tiene una precipitación media de 1100 mm anuales (Estación hidrométrica de Chaluaco, datos de precipitación de 1984 a 2012, aportados por Martín Nini de datos del DPA) y las lluvias se concentran en la época invernal (Barros et al., 1983). El sentido del viento predominante es NO (DPA, 2011).

La vegetación de la Pampa de Huenuleo presenta una importante heterogeneidad, dada por fragmentación del ambiente, domina el matorral mixto entre las que se destacan *Nothofagus antarctica*, *Schinus patagonica*, *Diostea juncea*, *Discaria articulata*, *Berberis mycrofila* y *Maytenus chubutensis*; y se combina con fragmentos de estepa herbáceo-arbustiva donde predominan *Mulinum spinosum*, *Papostipa speciosa*, *Discaria articulata*, *Discaria chacaye*, *Fabiana imbricata*, *Berberis microphylla* y *Acaena splendens* (Dzendoletas et al., 2006). La Pampa de Huenuleo también incluye zonas urbanas (clasificación para el Centro Ambiental), y áreas de plantaciones forestales principalmente *Pinus ponderosa*, y poblaciones de especies

exóticas en áreas urbanas entre las que se destacan *Acer pseudoplatanus* y *Betula pendula* (Dzendoletas et al., 2006).

Geológicamente el área de estudio se encuentra ubicado sobre depósitos glacifluviales, del Pleistoceno-Holoceno, compuesto por bloques, gravas, arenas y limos (Pereyra et al., 2005). En el mismo sitio la geomorfología, está caracterizada por pendiente aluvio-coluviales, rodeado por terrazas y planicies glacifluviales y fajas aluviales (Pereyra et al., 2005).

La zona de Pampa de Huenuleo, donde se encuentra el área de estudio, se caracteriza por una gran heterogeneidad socioeconómica, con presencia de barrios humildes de sectores populares y barrios privados cerrados de mayores recursos (Fuentes y Núñez, 2008).

5.2. Metodología del objetivo I: evaluar las condiciones actuales de la cobertura final del ex basurero

Dado que el sustrato es el soporte de la vegetación, primeramente se evaluó a campo las condiciones actuales del sustrato existente implantado en el año 2015 (hace 3 años). Para ello se realizaron diferentes estudios de campo. Se espera con la información obtenida tener un diagnóstico de base del sustrato, información necesaria para proponer las mejoras para el plan de clausura. Se realizó la evaluación de diferentes problemáticas que afectan el sustrato existente (erosión hídrica, residuos y ramas, geomanta descubierta y distancia de la canaleta), se evaluaron las condiciones actuales del sustrato (temperatura, tasa de infiltración, compactación superficial, pendientes, profundidad del sustrato, humedad, características fisicoquímicas) y la vegetación establecida espontáneamente desde que se colocó el sustrato, y se caracterizó un área de referencia cercana a fin de evaluar qué especies nativas podrían utilizarse. Por último se realizó un análisis estadístico de los datos obtenidos.

5.2.1. Evaluación de las problemáticas que afectan al sustrato:

5.2.1.1. Erosión hídrica

Se utilizó el método de línea intercepción, para cuantificar la presencia y magnitud de estructuras erosivas de origen hídrico como surcos, cárcavas o acumulaciones de sustrato. Se entiende por erosión en surcos a un flujo concentrado de agua que genera estructuras erosivas que se pueden borrar o corregir con implementos de labranzas para su corrección (Cisneros et al. 2012). Por otro lado, las cárcavas, son flujos concentrados de agua pero con la particularidad de generar estructuras erosivas más visibles y llamativas, que no pueden ser borradas por las labranzas y requieren trabajos movimientos de sustrato entre otros para su corrección (Cisneros et al. 2012).

El método de línea intercepción es un método no areal, rápido y preciso que permite cuantificar coberturas (Matteucci y Colma, 2002). Para cada sector (plano, sector N, S, E y O), se trazaron 3 líneas de 50 m en distribuidas en las zonas baja, media y alta de cada talud, ubicadas en forma perpendicular a la pendiente. A lo largo de las líneas se midió la longitud interceptada por los surcos (ancho del surco), para cada surco se evaluó la profundidad (Figura 6).

El porcentaje de surcos de cada línea intercepción trazada se calculó de la siguiente forma (Matteucci y Colma, 2002):

$$Ps = \frac{\sum As}{50 m} * 100$$

Donde:

$\sum As$: Sumatoria de ancho de surcos en cada medición de 50 m.



Figura 6: Medición de longitud y profundidad de surco: con la cinta métrica se mide la longitud y con un metro plegable de carpintero se mide su profundidad. Fuente: propia.

Luego, el volumen de material arrastrado por la erosión hídrica se estimó de la siguiente manera:

$$Ve = L * Ps * P * Ls$$

Donde:

Ve : Volumen de material erosionado (m^3).

L : Longitud del sector obtenida del Google Earth (m).

Ps : Porcentaje medio de surcos (%).

P : Profundidad media de surcos de sector (m).

Ls : Longitud media de surcos del sector (m).

5.2.1.2. Residuos y ramas

La determinación de la presencia de residuos y ramas sobre la cobertura final del ex basurero, se realizó en el mes de febrero de 2018 en el mismo muestreo que se evaluó la vegetación, por ello se realizó con el método de Braun-Blanquet (Matteucci y Colma, 2002). Para la estimación se ubicaron al azar 20 cuadrados de $1m^2$ cada uno y se determinó el porcentaje de cobertura de residuos y de ramas, según la escala establecida.

Para determinar el volumen de residuos depositados en las canaletas de evacuación de aguas superficiales, se midió con una cinta métrica en el sector Norte, Sur, Este y Oeste, la longitud, ancho y altura de los residuos, en tres puntos por cada sector (Figura 7). En cada sector se identificó el tipo de residuo, la presencia de material sedimentado por arrastre hídrico y la presencia de geomanta descubierta en el borde de las canaletas.

El volumen de residuos se estimó para cada sector de la siguiente manera:

$$VR = L * P * A$$

Donde:

VR: Volumen de residuos.

L: Longitud donde se observan residuos (m).

P: Profundidad de la capa de residuos (m).

A: Ancho de las canaletas donde se observan residuos (m).



Figura 7: Canaleta de evacuación de aguas superficiales obstruida con residuos diversos. Fuente: propia.

5.2.1.3. Geomanta descubierta

El porcentaje de cobertura de geomanta descubierta se determinó por medio del método de línea intercepción. Para ello, se extendió una cinta métrica de 50 m en sentido perpendicular a la pendiente y se midió la longitud en que la cinta intercepta la geomanta descubierta. Esta medición se realizó en todos los sectores y se repitió tres veces en la zona baja, media y alta de la pendiente. Por lo tanto, por cada sector se obtuvieron mediciones de 9 líneas intersección. La estimación del porcentaje de geomanta descubierta se calculó de la siguiente manera:

$$MD = \frac{LMD}{50 m} * 100$$

Donde:

MD: Porcentaje de geomanta descubierta en cada sector (%).

LMD: Longitud de geomanta descubierta en cada línea intersección (m).

5.2.1.4. Distancia a la canaleta

Para determinar la distancia existente entre la parte más baja del talud y el comienzo de la canaleta, se midió con una cinta métrica el final del talud hasta el punto más bajo de la canaleta, en tres zonas por sector.

5.2.2. Condiciones del sustrato:

5.2.2.1. Temperatura

Para determinar la temperatura se realizaron mediciones con un termómetro de inserción, tanto en los cinco sectores sobre la cobertura final como en el área de referencia. En cada sector y en el área de referencia se realizaron tres mediciones a una profundidad de 10 cm. Las mediciones fueron realizadas en el mes de febrero de 2018, el mes de mayor temperatura media del año.

5.2.2.2. Tasa de infiltración

Se determinó la capacidad de infiltración en el sustrato de la cobertura final del ex basurero mediante el método del infiltrómetro de doble anillo.

El método consiste en saturar una porción de suelo o sustrato limitada por dos anillos concéntricos para medir la variación del nivel del agua en el cilindro interior. Se utilizó un infiltrómetro de doble anillo de 19,4 cm de diámetro interior y se llevó a campo un depósito de 15 litros de agua por ensayo (Figura 8). El ensayo de infiltración se realizó durante la mañana, en dos zonas del sector plano del ex basurero y en el área de referencia. No se evaluó el estado de humedad del suelo del ecosistema de referencia o sustrato del ex basurero antes del inicio del experimento. La información del ensayo de infiltración se usará para determinar cuál es la capacidad de infiltración máxima de agua en el sustrato. También se determinó con qué frecuencia se supera esta capacidad durante los eventos de precipitación en la zona, generando escurrimiento superficial con velocidades que erosionan la cobertura final. Para esto, se utilizaron datos de intensidad de precipitación por hora (datos cada hora) de la estación hidrométrica de Ñireco Arriba (datos aportados por el Departamento Provincial de Aguas, facilitados por Martín Nini).



Figura 8: Ensayo de infiltración: se muestran los dos anillos del infiltrómetro clavado en el suelo del área de referencia, junto con los bidones de agua necesarios para realizar el ensayo. Fuente: propia.

5.2.2.3. Compactación superficial

Para determinar la compactación superficial del sustrato se evaluó la densidad aparente superficial, ya que existía riesgo de rotura de geomanta con el uso de penetrómetro de golpes, para determinar la resistencia mecánica a la penetración. La densidad aparente superficial del suelo o sustrato es la relación que existe entre la masa de suelo o sustrato seco a 105°C y el volumen que ocupa. La determinación se basa en la toma de una muestra de sustrato que mantenga su ordenamiento natural, ya que ésta considera el volumen ocupado por la parte sólida del suelo y también el espacio poroso. Su resultado se expresa g/cm^3 .

La densidad aparente se determinó a través de método del cilindro. Para ello se utilizó un muestreador cilíndrico de acero biselado de 4,6 cm de altura y 5,2 cm de diámetro (Figura 9), facilitado por el Victoria Cremona del INTA EEA Bariloche. Se tomaron tres muestras aleatorias en la cobertura del ex basurero y tres en el área de referencia. Se guardaron rotuladas y se secaron en estufa a 105°C, hasta peso constante. Por último fueron pesadas en una balanza de precisión.



Figura 9: Muestreador utilizado para medir la densidad aparente del sustrato. Fuente: propia.

El cálculo de densidad aparente se realizó con la siguiente ecuación:

$$DAP = \frac{PS}{V}$$

Donde:

DAP: Densidad aparente.

PS: Peso seco de la muestra en estufa a 105°C, durante dos días.

V: Volumen del cilindro muestreador.

El volumen se calculó con la siguiente ecuación:

$$V = \left(\pi * \frac{D}{2}\right)^2 * h$$

Donde:

π : 3,14159.

D: Diámetro del cilindro (cm).

h: Altura del cilindro (cm).

Es importante mencionar que el contenido de piedras de tamaño mayor a 2 mm fueron separadas (manualmente) y se calculó su volumen a través del volumen que desplazan las piedras cuando se sumergen en una probeta con agua. Dicho volumen de piedras se descontó del volumen del muestreador de densidad aparente.

5.2.2.4. Pendientes

La evaluación de las pendientes se realizó midiendo la longitud del talud con una cinta métrica (Figura 10) y el ángulo de la pendiente en grados con un clinómetro analógico aportado por Victoria Cremona del INTA EEA Bariloche. La diferencia de altura entre la zona alta del talud y la zona baja se determinó con la operación de multiplicación entre la función de seno del ángulo medido y la longitud del talud como se muestra en la siguiente ecuación:

$$H = \sin(\alpha) * L$$

Donde:

H: Diferencia de altura entre el punto alto y bajo del talud (m).

α : Angulo de pendiente (°).

L: Longitud medida de pendiente.

También se determinó el porcentaje de pendiente a través de la diferencia de altura de puntos GPS en la zona baja y alta de la pendiente, considerando la longitud entre los puntos. Se realizaron tres mediciones de pendiente por sector (Norte, Sur, Este y Oeste). En el sector plano se determinó la dirección de la pendiente analizando la diferencia de altura y distancia entre los puntos de GPS que delimitan el sector plano. La orientación de cada talud se determinó por medio del programa Google Earth.



Figura 10: Medición de pendiente del talud Sur del ex basurero mediante una cinta métrica y un clinómetro. Fuente: propia.

5.2.2.5. Profundidad del sustrato

Para determinar la profundidad del sustrato en el sector de taludes (Norte, Sur, Este y Oeste) y en el sector plano se utilizó una pala de jardinería para remover el material hasta llegar a ver la geomanta. La profundidad se midió con un metro plegable (Figura 11), luego se cubrió y compactó el sustrato removido.



Figura 11: Medición de profundidad del sustrato que cubre la geomanta con un metro plegable. Fuente: propia.

5.2.2.6. Contenido de humedad del sustrato

El contenido de humedad se determinó por medio del método gravimétrico. Para ello, se tomó una muestra compuesta de tres submuestras de los primeros 10 cm de sustrato, en cada sector del ex basurero (plano, Norte, Sur, Este y Oeste), y en el área de referencia (Figura 12). La muestra fue tomada el 28 de febrero de 2018, mes de mayor déficit, estrés y consumo hídrico (DPA, 2011; Santos et al., 2012). Diez días antes del muestreo se habían producido lluvias en la región (Servicio Meteorológico Nacional, 2018). La muestra se secó en estufa a 105°C, durante 24 horas hasta peso constante (Santos et al., 2012).

La humedad gravimétrica se expresa en porcentaje de humedad en función a la masa de suelo o sustrato seco y se calculó de la siguiente manera:

$$HG(\%) = \frac{Msh - Mss}{Mss} * 100$$

Donde:

HG(%): Es el porcentaje de humedad.

Msh: Masa suelo o sustrato húmedo (g).

Mss: Masa de suelo o sustrato seco (g).



Figura 12: Toma de muestra de humedad con una pala de jardinería y una bolsa plástica. Fuente: propia.

5.2.2.7. Características físico químicas del sustrato

Las características físico químicas se evaluaron tanto en el sustrato del ex basurero como en el área de referencia. Debido a la homogeneidad de la cobertura final del ex basurero y del área de referencia, se tomó una muestra compuesta para cada sitio de aproximadamente 1000 g. Cada muestra estaba compuesta de 20 submuestras de los primeros 10 cm de profundidad, tomadas de manera aleatoria (sin incluir zonas influenciadas por los tubos de venteo dado que se ubicaron a más de 10 m de éstas). Las submuestras se juntaron en una bolsa a fin de homogenizar la muestra y se conservó en una bolsa rotulada. Se acondicionaron las muestras secándolas al aire y protegiéndolas de potenciales contaminaciones (Santos et al., 2012) para su envío al laboratorio. En el Laboratorio de Suelos del INTA EEA Bariloche se realizaron las siguientes determinaciones:

- pH en agua (relación 1:2,5)

- Conductividad eléctrica (relación 1:2,5)
- % Materia orgánica (Wakley Black)
- Nitrógeno total
- Fósforo disponible (Olsen)
- Porcentaje de pedregosidad
- Granulometría
- Clase textural

5.2.3. Estudio de vegetación:

Para el muestreo de vegetación utilizó el método de Braun-Blanquet (Matteucci y Colma, 2002), un método areal que permite evaluar la composición, cobertura de la vegetación y cobertura de suelo desnudo. El estudio de la vegetación se realizó tanto sobre la cobertura final del ex basurero como en el área de referencia. En la cobertura final del ex basurero, en cada uno de los sectores (sector plano y en los sectores de taludes Norte, Sur, Este y Oeste), se ubicaron al azar 20 cuadrados de 1m² dispuestos al azar; mientras que en el área de referencia se ubicaron 20 cuadrados en total (Figura 13).

La mayoría de las especies fueron identificadas por Adriana Rovere, en el Laboratorio Ecotono (INIBIOMA-CONICET) a partir de Correa (1971, 1984, 1988) y Dimitri (1977, 1978). Para los nombres científicos se utilizó la base de datos del Instituto Darwinion (Zuloaga et al., 2008). Tres especies fueron determinadas por Sofía González (INIBIOMA-CONICET) y una especie por Karina Speziale (INIBIOMA-CONICET). Luego de identificadas las especies, se registró la familia botánica a la que pertenece, origen biogeográfico (nativa o exótica), forma de crecimiento, ciclo de vida y el grupo funcional a la que pertenece a partir de datos bibliográficos (Ezcurra y Brion, 2005; Zuloaga et al., 2008). Las especies se clasificaron en cuatro grupos funcionales basados en las formas de crecimiento y los ciclos de vida: (I) árboles; (II) arbustos y sub-arbustos; (III) gramíneas y hierbas perennes; (IV) gramíneas y hierbas anuales. Para cada grupo funcional se analizó su abundancia mediante la cobertura registrada.



Figura 13: Muestreo de vegetación: cuadrado de 1 m² dispuesto sobre el sustrato. Fuente: propia.

5.2.4. Análisis de datos:

Se realizó el análisis estadístico de los datos para el porcentaje de geomanta descubierta, temperatura y humedad del sustrato, la cobertura de suelo desnudo y la cobertura de la vegetación, a fin de comparar estas variables entre los distintos sectores y/o con el ecosistema de referencia. Debido a que las variables no cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. En los casos que se encontraron diferencias significativas se aplicaron comparaciones múltiples de a pares de los rangos promedio. Se utilizó el programa SPSS 23 paquete para Windows.

5.3. Metodología del objetivo II: diseñar el plan de clausura que incluya la consolidación definitiva de la cobertura final y la rehabilitación del ex basurero de S.C. de Bariloche

Considerando el esquema del proceso técnico de clausura de la Figura 2, compuesto por tres etapas: (I) proceso de clausura, (II) proceso de recuperación y (III) proceso de post clausura y monitoreo, este segundo objetivo se enfocó en realizar una propuesta de consolidación del sustrato basándose en los resultados del objetivo I, así como también la elaboración de una propuesta de rehabilitación de la cobertura final del ex basurero, actividades que forman parte del plan de clausura en las etapas II mencionadas, pero que no se encuentran ejecutadas hasta el momento. Por último se evaluó los riesgos laborales asociados a los trabajadores a través de la confección de un mapa de riesgo por actividad y se realizó un Estudio de Impacto Ambiental para evaluar los impactos sobre el ambiente del proyecto. Para el logro del segundo objetivo del TFI, se trabajó específicamente en:

5.3.1. Evaluación del estado actual del sustrato y propuestas correctivas:

Se evaluaron los resultados del objetivo I y se determinó el volumen faltante de materiales de sustrato compuesto por la capa intermedia de sustrato seleccionado y el material de sustento de vegetación. Asimismo, se plantean recomendaciones para la estabilización de taludes con características de alta pendiente, baja cobertura vegetal y alta erosión, a través de uso de técnicas y tecnologías apropiadas.

5.3.1.1. Volumen del material de sustrato

Para que la cobertura final del ex basurero cumpla con las especificaciones técnicas del pliego de obra elaborado por MINTUR (2012), se debe cumplir con una capa intermedia de 250 mm de sustrato seleccionado proveniente de las excavaciones realizadas en la zona y una capa superior de 200 mm de suelo vegetal para implantación de la vegetación (ver Figura 1). Por lo tanto para calcular el volumen de sustrato faltante se utilizó los datos de sustrato erosionado, material de capa intermedia para cubrir la geomanta, el material para lograr la capa intermedia especificada y el material de capa superior de suelo vegetal. Cada uno de los componentes del volumen de cobertura final se calculó de la siguiente manera:

El volumen de material erosionado se obtuvo de los resultados del diagnóstico del estado actual del sustrato.

Para estimar el volumen de capa intermedia para cubrir la geomanta, se consideró que la misma observada a la vista significa que la profundidad del sustrato es de 0 cm. Por lo tanto se estimó el volumen necesario para llegar a la profundidad de sustrato que fue medida en cada sector y se calculó de la siguiente manera:

$$Vg = Ps * As * Pg$$

Donde:

Ps: Profundidad del sustrato medida en cada sector.

As: Área del sector.

Pg: Porcentaje de geomanta descubierta.

Para estimar el volumen para cumplir con los 250 mm de capa intermedia se realizó el siguiente cálculo:

$$Vm = As * (0,25 - Ps)$$

Para calcular el volumen de capa superior de suelo vegetal para la implantación de la vegetación, se realizó el siguiente cálculo:

$$Vs = As * 0,20$$

En base a estos datos, el cálculo de volumen faltante se realizó de la siguiente manera:

$$V = Ve + Vg + Vm + Vs$$

Donde:

V: Volumen de sustrato para completar las capas de clausura.

Ve: Volumen de sustrato erosionado (Calculado en 5.2.1.1).

Vg: Volumen de capa intermedia para cubrir la geomanta.

Vm: Volumen para cumplir con los 250 mm de capa intermedia.

Vs: Volumen capa superior de 200 mm.

5.3.2. Propuestas para el manejo de la vegetación:

Se elaboró una alternativa para la rehabilitación del área que incluye una cobertura final de vegetación con uso de especies nativas y exóticas perennes.

5.3.3. Ejecución del mapa de riesgo ambiental en el área de trabajo:

Se realizó un mapa de riesgo utilizando información de la legislación vigente de seguridad e higiene en el trabajo para el territorio nacional. La legislación principal es el Decreto Reglamentario N° 351/79, la Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo de la República Argentina N° 19.587/72, la Ley Nacional N° 27.287/17 que crea el Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil, a la cual Río Negro adhiere a través de la Ley N° 5.242/17, y la Resolución N° 905/15 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT). Concretamente para la elaboración del mapa de riesgos se siguieron los siguientes pasos:

5.3.3.1. Área donde se realizará la evaluación de riesgo

Se define el área en el cual se desempeñaran los trabajadores.

5.3.3.2. Identificación del peligro y evaluación de riesgo

Para identificar el peligro se observan las características de las zonas de trabajo, las tareas que se desarrollan en estos, para todos los procesos y puestos de trabajo. Para la evaluación de riesgo, de todos los peligros identificados, se determinan cuáles son riesgos laborales y cuál es su magnitud, a través de una matriz binaria de riesgo.

La Tabla 1 muestra cómo se realiza la evaluación de riesgo a través del método de la matriz binaria, donde la probabilidad (filas) de que un trabajador sufra un determinado daño derivado

del trabajo y las consecuencias (columnas) de dicho daño, determinan la magnitud de riesgo (MTEySS, 2014).

Tabla 1: Matriz binaria para evaluar la magnitud del riesgo asociado a una tarea, con la probabilidad y las consecuencias. Fuente: adaptado de MTEySS, 2014.

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente daño (L)	Daño (D)	Extremadamente daño (ED)
PROBABILIDAD	Baja (B)	Trivial	Tolerable	Moderado
	Media (M)	Tolerable	Moderado	Importante
	Alta (A)	Moderado	Importante	Intolerable

La probabilidad se evalúa en tres niveles, de probabilidad baja (B) que ocurre raras veces, de probabilidad media (M) que ocurre en algunas ocasiones y de probabilidad alta (A) que ocurre siempre o casi siempre.

Asimismo las consecuencias se evalúan en tres niveles, las ligeramente dañinas (L) son daños superficiales, molestias e irritación; las consecuencias dañinas (D) son laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, sordera, dermatitis, asma; y las consecuencias extremadamente dañinas (ED) son amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales, cáncer y otras enfermedades crónicas.

Una vez definidas las probabilidades y las consecuencias se obtiene la magnitud del riesgo evaluado y se presentan con las siguientes categorías:

Trivial (T): no se requiere acción específica.

Tolerable (TO): no se necesita mejorar la acción preventiva, pero se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante.

Moderado (MO): se debe hacer esfuerzos para reducir el riesgo. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para mejorar las medidas de control.

Importante (I): no debe comenzarse el trabajo hasta que no se haya reducido el riesgo. Se puede reducir el riesgo con capacitaciones y medidas de prevención.

Intolerable (IN): no debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo.

5.3.3.3. Capacitaciones y elementos de protección personal

Para finalizar el mapa de riesgo, en base a la información relevada, se confecciona una figura de zonas donde se localizaron e identificaron peligros, ubicándolos con señales de seguridad que representen el tipo de riesgo. Las señales de seguridad utilizados son obtenidos de la norma del Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), número 10005 parte 1 (IRAM, 1982). Por último, se establecen las medidas de prevención necesarias para realizar la tarea; éstas son, capacitaciones, elementos de protección personal (PP) y recomendaciones para realizar la tarea de manera segura.

5.3.4. Estudio de Impacto Ambiental para la clausura definitiva:

Se elaboró un EIA, para identificar las actividades que causan impactos y los componentes y elementos de cada medio (físico, biológico y humano), posibles de ser impactados por estas actividades. La metodología para evaluar los impactos consiste las siguientes etapas:

5.3.4.1. Listado de Actividades del Proyecto

Para completar la remediación y recuperación del ex basurero se determinaron las tareas que serán realizadas durante la etapa de clausura y post clausura.

5.3.4.2. Matriz de identificación de impactos

Como parte del proceso de evaluación de impactos se elaboró una matriz de Leopold modificada, para identificar los impactos y su origen (causa-efecto), la cual consiste en una tabla de doble entrada en cuyas columnas se listaron las actividades y en las filas los factores ambientales susceptibles a ser impactados, con cada uno con sus componentes de los medios físico, biológico y social.

Para valorizar la magnitud de los impactos se utilizó el método de Criterios Relevantes Integrados (Buroz, 1994), el cual califica los efectos según los siguientes criterios considerados, el carácter del impacto (positivo o negativo), Intensidad (I), la extensión (Ex), la duración (D), la reversibilidad (R), el efecto (E), la periodicidad (P) y los pesos (W) respectivos. Estos son definidos de la siguiente manera:

Carácter del impacto: se establece si el cambio en relación al estado previo de cada acción del proyecto es positivo o negativo sobre el factor.

Intensidad: se refiere al grado con que se manifiesta el cambio por las acciones del proyecto.

Extensión: es la superficie afectada por las acciones del proyecto.

Duración: establece el período de tiempo durante el cual las acciones propuestas involucran cambios ambientales.

Reversibilidad: capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial.

Efecto: es la relación que existe entre los impactos y su origen.

Periodicidad: es la forma de manifestación en el tiempo del efecto.

Peso: se refiere a la importancia relativa de un criterio sobre otro.

La calificación de los efectos según los siguientes criterios se observa en la Tabla 2:

Tabla 2: Listado de criterios utilizados y la categorización, valoración y peso. Fuente: adaptado de Buroz, 1994.

Criterio	Categoría	Valoración	Peso
Carácter del impacto	Positivo	+	
	Negativo	-	
Intensidad	Muy alta	10	0,3
	Media	5	
	Baja	2	
Extensión	Generalizado	10	0,2
	Local	5	
	Muy local	2	
Duración (años)	>10	10	0,2
	5-10	5	
	1-5	2	
Reversibilidad	Irreversible	10	0,1
	Reversible a largo plazo	5	
	Reversible a corto plazo	2	
Efecto	Indirecto	2	0,1
	Directo	10	
Periodicidad	Continuo	10	0,1
	Periódico	5	
	Irregular	2	

Los criterios fueron valorados y combinados en una ecuación establecida que permite obtener el Valor de Impacto Ambiental (VIA) previamente identificado. Se utilizó la expresión numérica de la interacción o acción conjugada de las valoraciones asignadas a los criterios de evaluación de los impactos ambientales que se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$VIA = \pm(W_I * I + W_{Ex} * Ex + W_D * D + W_R * R + W_E * E + W_P * P)$$

Donde:

VIA: Valor de Impacto Ambiental.

W_i : Peso de Intensidad.

W_{Ex} : Peso de extensión.

W_D : Peso de duración.

W_R : Peso de reversibilidad.

W_E : Peso del efecto.

W_P : Peso de periodicidad.






Donde: $W_i + W_{Ex} + W_D + W_R + W_E + W_P = 1$

Se utilizó una ponderación de multiplicación de pesos por su criterio. Para los criterios de intensidad, extensión y duración se consideran más importantes, ya que la intensidad muestra el grado de incidencia o importancia de la acción realizada sobre un factor ambiental, la extensión representa el área de influencia del impacto y la duración representa las mejoras que se mantendrán en el tiempo, una vez finalizados los trabajos. Para los demás criterios se mantiene un peso unitario, por su mayor significancia.

El valor final obtenido para cada impacto oscila entre 1-10, asumiendo valor negativo o positivo.

Los impactos, sean positivos o negativos, serán jerarquizados en función de su VIA de acuerdo con la siguiente escala (Tabla 3).

Tabla 3: Jerarquización de impactos: impactos positivos y negativos y la jerarquización por rangos del Valor de Impacto Ambiental (VIA) y color de referencia.

Categoría	Jerarquización	Rango del VIA	Color
Impacto positivo	Beneficioso	1-10	
Impacto negativo	Impacto bajo	1-2	
	Impacto intermedio	2-4	
	Impacto alto	4-6	
	Impacto muy alto	6-10	

5.3.4.3. Identificación de los factores ambientales susceptibles a ser impactados

Los factores ambientales son el conjunto de componentes del ambiente susceptibles a ser afectados de forma negativa o positiva a partir de una actividad o conjunto de actividades. El conocimiento de las condiciones ambientales del medio físico, biológico y antrópico, permitió determinar los factores ambientales que son potencialmente receptores de impactos. Los componentes principales se observan en la Tabla 4.

Tabla 4: Descripción de los factores ambientales de los medios físico, biológico y antrópico susceptibles a ser impactados. Fuente: adaptado de Leopold et al. (1971).

Medio	Componente principal	Factor ambiental	Descripción
Físico	Aire	Emisiones gaseosas y olores	Presencia en el aire de agentes contaminantes que afectan su calidad por actividades del proyecto
		Material particulado	Aumento en el aire de partículas de composición química diversa y tamaño variable
		Ruido	Aumento de valores de nivel sonoro continuo superiores a los permitidos por legislación vigente
	Suelo	Calidad de sustrato	Cambios en las características físicas y químicas del sustrato
		Erosión de sustrato	Formas erosivas producto de la acción del agua y el viento
		Morfología y topografía	Cambios en las características morfológicas y topográficas del lugar
		Estabilidad de sustrato	Cambios en la estabilidad del sustrato
	Agua	Calidad del agua superficial	Alteración de las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas superficiales
		Calidad del agua subterránea	Alteración de las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas superficiales
		Escurrimiento superficial de aguas pluviales	Cambios en la cantidad de escurrimiento superficial de agua
	Paisaje	Integración con el paisaje circundante	Aumento de integración del paisaje transformado con el paisaje circundante
	Biológico	Flora	Cobertura vegetal
Biodiversidad			Cambios en la cantidad de especies de vegetación
Fauna		Modificaciones de hábitats	Cambios en la calidad del hábitat
Antrópico	Social	Salud	Cambios en la salud de la población circundante y de los trabajadores
		Calidad de vida	Modificaciones en el nivel de satisfacción percibida
	Económico	Seguridad e higiene de los trabajadores	Modificaciones en el nivel de seguridad de los trabajadores que desempeñen tareas
		Valor de propiedad	Cambios en el valor económico de las propiedades cercanas al predio

5.3.4.4. Análisis y descripción de impactos

Se analizan los principales impactos y su valorización, para ser descriptos y posteriormente mitigados.

5.4. Cronograma

Se estimó el tiempo de ejecución para cada etapa o actividad: limpieza de residuos, colocación de capa intermedia, colocación de capa superior de compost, colocación de malla orgánica, siembra de especies exóticas, recolección de semillas, plantación de especies nativas, monitoreo y mantenimiento de coberturas y vegetación, coordinación, supervisión y manejo adaptativo.

5.5. Presupuesto

Se calculó el costo real en pesos y en dólares para los primeros 2 años de trabajo presupuestado en el que se desarrollaran las actividades o etapas propuestas en el cronograma: cursos de seguridad e higiene (principios de prevención de accidentes laborales, prevención de incendios, higiene en los ambientes laborales, carga térmica, ruidos y vibraciones, riesgos biológicos), limpieza de residuos, colocación de cobertura final, siembra, plantación y monitoreo.

6. Resultados y discusión

6.1. Resultados del objetivo I: evaluar las condiciones actuales de la cobertura final del ex basurero

6.1.1. Evaluación de las problemáticas que afectan al sustrato:

6.1.1.1. Erosión hídrica

El material de cobertura por encima de la geomanta protectora es uno de los aspectos más importantes en la clausura de sitios de disposición final de residuos y debe ser supervisada para que no se produzca la pérdida de sustrato a medida que pasa el tiempo (Tchobanoglous et al., 1998).

La erosión es uno de los procesos que producen la pérdida de material de la cobertura final, en especial cuando no existe una vegetación que fije el sustrato y las precipitaciones produzcan un elevado escurrimiento superficial a causa de la baja tasa de infiltración (Figura 14). La erosión hídrica es el proceso por el cual se produce el desprendimiento, transporte y depósito de las partículas de suelo (Cisneros et al., 2012). Las estructuras erosivas que se observan sobre la cobertura final del ex basurero se correlacionan con procesos de erosión en surcos, principalmente por la profundidad que estas estructuras presentan. Los resultados de la medición de erosión hídrica se observan en la Tabla 5.

Tabla 5: Características dimensionales de los surcos y volumen erosionado por acción hídrica para cada sector estudiado.

Localización	Ancho del sector (m)	Porcentaje de surcos (%)	Ancho medio (m)	Profundidad media (m)	Longitud media (m)	Volumen erosionado (m ³)
Sector plano	180	1,4	0,70	0,02	-	-
Sector Norte	150	2,5	0,41	0,05	15,0	2,8
Sector Sur	220	13,8	0,60	0,08	52,7	128,1
Sector Este	120	6,5	0,44	0,03	19,0	4,5
Sector Oeste	200	8,1	0,86	0,09	6,4	9,3

En la Tabla 5, se observa que en el sector Sur presenta el mayor número de surcos (34 surcos), y con mayor longitud, pero con profundidad intermedia (Figura 14).

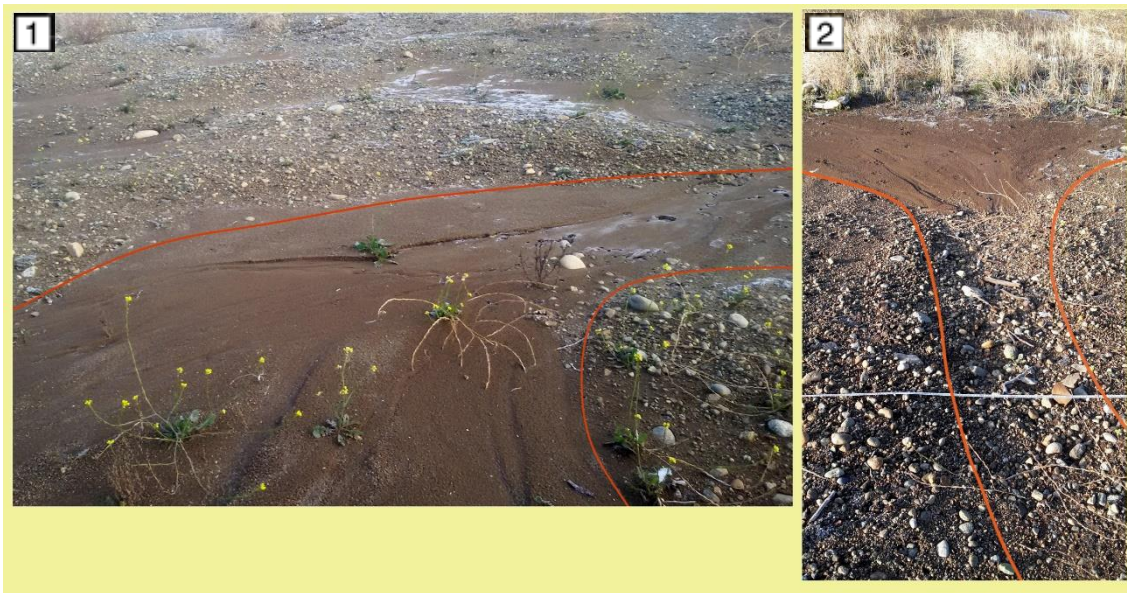


Figura 14: Presencia de erosión hídrica en surcos en el sector Sur: 1) material arrastrado por el agua en un surco delimitado. 2) mismo surco delimitado desde otro ángulo. Fuente: propia.

El sector Sur, presenta un alto volumen de material erosionado, debido a la superficie que representa (25% del área). Por otro lado, el sector Oeste, aunque representa una superficie menor que los demás, presenta un alto volumen de sustrato erosionado, debido a la profundidad de los surcos y a su ancho; y se evidencian zonas donde geomanta quedó descubierta (Figura 15).

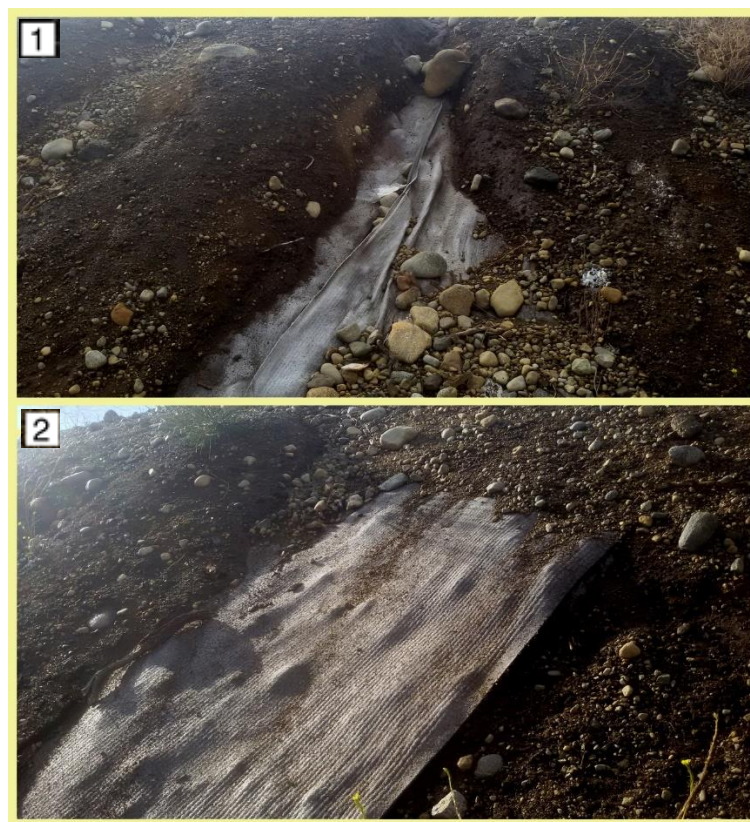


Figura 15: Geomanta descubierta: 1) se observa la acción erosiva de un surco sobre un sitio de unión de geomanta en el talud Oeste. 2) borde de geomanta descubierta por acción hídrica. Fuente: propia.

6.1.1.2. Residuos y ramas

Los resultados obtenidos a través de la medición del porcentaje cobertura de residuos y ramas, muestreados a través del método de Braun-Blanquet se observa en la Tabla 6.

Tabla 6: Porcentaje de residuos y ramas para cada sector.

Localización	Residuos (%)	Ramas (%)
Sector plano	4,4	2,5
Sector Norte	3,0	3,6
Sector Sur	4,7	3,2
Sector Este	3,6	5,2
Sector Oeste	0,1	1,8

En la Tabla 6 se observa que el mayor porcentaje de residuos se encuentra en el sector Sur y el sector plano, dos de las superficies más grandes. El porcentaje de cobertura de ramas es un componente importante que puede actuar como un entramado, en este caso los porcentajes de ramas son mayores en el sector Este y menores en el sector Oeste, posiblemente porque es el sitio con mayor pendiente y las ramas tienden a desplazarse.

Los resultados de la determinación de volumen depositado en las canaletas, el tipo de residuo, presencia de sedimentos de arrastre hídrico y presencia de geomanta descubierta en los bordes de la canaleta se observan en la Tabla 7.

Tabla 7: Volumen de residuos, tipo, presencia de sedimentos y geomanta descubierta en el borde de canaleta para el sector Norte, Sur, Este y Oeste.

Localización	Residuos (m ³)	Tipo de residuo	Sedimentos	Geomanta descubierta
Sector Norte	5	Plásticos, papel, cartón, animales muertos	Si	Si
Sector Sur	0	-	Si	No
Sector Este	Dispersos	-	Si	Si
Sector Oeste	66	Plástico, papel, cartón, vidrio, latas, colchón, silla	No	Si

En la Tabla 7 se observa que el mayor volumen de residuos se encuentra depositado en la canaleta del sector Oeste, muy próximo a la entrada del nuevo relleno sanitario y a la planta de separación de residuos (Figura 16). Para garantizar el escurrimiento de las aguas superficiales

es imprescindible su remoción. Es posible que una parte de los residuos depositados en la canaleta de este sector, hayan sido transportados por el viento, ya que en la región la dirección predominante es Noroeste (DPA, 2011).

En el Sector Norte se encuentra una cantidad apreciable de residuos, que será necesario remover. Es posible que estén depositados en este sector, por su proximidad al relleno sanitario.

La presencia de sedimentos, indica la ocurrencia de escorrentía superficial en tres sectores (Norte, Sur y Oeste). En el sector Oeste no se observó escorrentía debido a la gran cantidad de residuos que obstruyen el paso del agua.

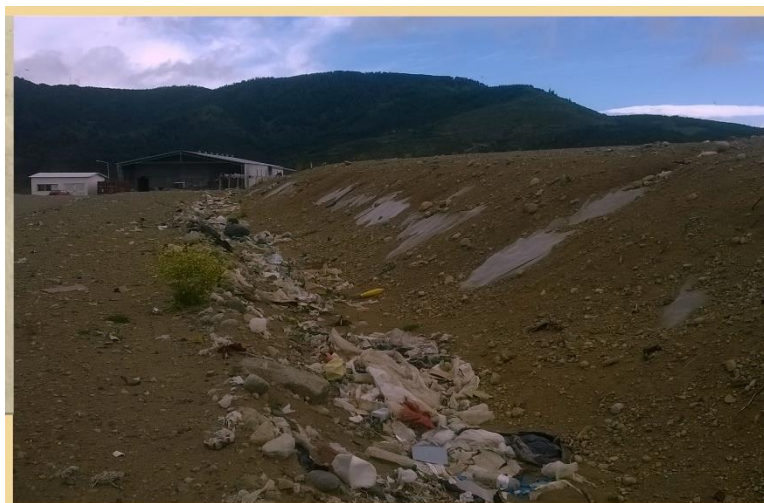


Figura 16: Residuos: canaleta de evacuación de aguas superficiales del sector Oeste con obstrucción por residuos. Fuente: propia.

La presencia de geomanta descubierta en los laterales de las canaletas próximas al sitio clausurado en los sectores Norte, Este y Oeste, indican que ha ocurrido una erosión del material que la cubría.

6.1.1.3. Geomanta descubierta

El porcentaje de cobertura estimado de geomanta descubierta a través del método línea intercepción se observa en la Tabla 8.

Tabla 8: Porcentaje de geomanta descubierta para cada sector.

Localización	Geomanta descubierta (%) ± desvío estándar
Sector plano	0,10±0,13
Sector Norte	2,06±3,01
Sector Sur	0,46±0,63
Sector Este	0,06±0,20
Sector Oeste	1,21±1,38

Se registraron diferencias significativas en el porcentaje de geomanta descubierta en los diferentes sectores analizados ($H=10,825$, $p=0,029$). El sector Norte ($2,06\pm 3,01\%$) presentó mayor porcentaje de geomanta descubierta que el sector Este ($0,06\pm 0,20\%$) (Figura 17).

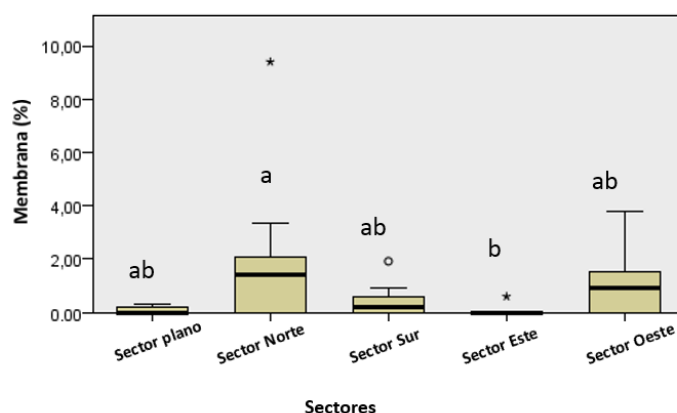


Figura 17: Geomanta descubierta (%) de los diferentes sectores de estudio: sector plano, sector N, sector S, sector E y sector O. Letras diferentes indican diferencias significativas en el porcentaje de geomanta expuesta entre los diferentes sectores ($P<0,05$). Fuente: elaboración propia.

Si bien hay diferencias de porcentaje entre los diferentes sectores, con el único de los sectores que se observan diferencias significativas es entre el de mayor porcentaje de geomanta descubierta (sector N) y el de menor (sector E).

En los sectores donde la geomanta se encuentra descubierta, el establecimiento de la vegetación no es posible, ya que la profundidad del sustrato en dichos sectores es nula.

6.1.1.4. Distancia a la canaleta

La distancia entre la canaleta de escurrimiento de agua superficial y el comienzo del talud, se presentó solamente en el sector Sur, con un promedio de 5,8 m. En este sector, se observó presencia de acumulación de agua. En los demás sectores, el talud termina en la canaleta, presentando mayor pendiente en el punto de unión entre el talud y la canaleta.

6.1.2. Condiciones del sustrato:

6.1.2.1. Temperatura del sustrato

Los datos de la medición de temperatura del sustrato se observa en la Tabla 9.

Tabla 9: Temperatura del sustrato ($^{\circ}\text{C}$) y desvío estándar para cada sector.

Localización	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) \pm desvío estándar
Área de referencia	12,9 \pm 0,8
Sector plano	20,3 \pm 1,1
Sector Norte	21,8 \pm 1,0
Sector Sur	18,1 \pm 0,9
Sector Este	20,0 \pm 0,6
Sector Oeste	17,3 \pm 0,9

Se registraron diferencias significativas en la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) del sustrato en los diferentes sectores analizados ($H=15,107$, $p=0,010$). El área de referencia ($12,9\pm 0,8^{\circ}\text{C}$) presentó menor temperatura que el sector N ($21,8\pm 1,0^{\circ}\text{C}$) (Figura 18).

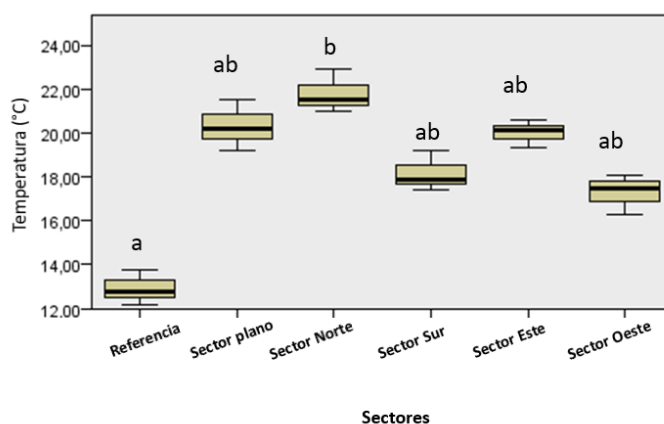


Figura 18: Temperatura del sustrato ($^{\circ}\text{C}$) de los diferentes sectores de estudio: sitio de referencia y sectores del ex basurero: sector plano, sector N, sector S, sector E y sector O. Letras diferentes indican diferencias significativas en la temperatura del sustrato entre los diferentes sectores ($P<0,05$). Fuente: elaboración propia.

Hay diferencias importantes entre las temperaturas del área de referencia y la cobertura final del ex basurero, sin embargo, las únicas mediciones que presentan diferencias significativas son entre el área de referencia y el talud del sector Norte. El sector Norte presenta mayor valor de temperatura media, dado que por su exposición posee mayor incidencia solar que los otros sectores y que el ecosistema de referencia.

Si bien las determinaciones fueron realizadas en el mes de febrero, el mes más cálido del año, con un valor promedio de temperatura de $14,8^{\circ}\text{C}$ (DPA, 2011), ninguna de las mediciones supera las temperaturas de 30°C , limitantes para la germinación de las semillas, ni temperaturas letales para el establecimiento de la vegetación (Fischer et al., 1997). Cabe destacar que las mediciones sobre la cobertura final del ex basurero fueron realizadas en horas de la mañana y las del área de referencia fueron medidas cerca del mediodía, por lo que se piensa que las diferencias de temperatura podrían ser más altas.

Las temperaturas del suelo pueden ser un factor limitante para la germinación de la semilla, crecimiento de las raíces, desarrollo de tubérculos, transpiración, respiración, fotosíntesis, absorción de agua y nutrientes, y la actividad microbiana en el sustrato (Fischer et al., 1997; Vásquez y Dávila, 2008). La descomposición de materia orgánica que se produce debajo de la cobertura final del ex basurero, puede generar un aumento de la temperatura de la cobertura final y así afectar la vegetación establecida en el lugar (Tchobanoglous et al., 1998). Además las temperaturas altas aumentan la tasa de mineralización de la materia orgánica del sustrato acelerando los procesos de desgaste de la cobertura final en su fracción orgánica (Martha Riat, comunicación personal).

En mediciones realizadas por Sagardoy et al., (2017) en el mes de mayo, la temperatura superficial en la cobertura final del ex basurero presentó valores de $21,9^{\circ}\text{C}$, mientras que la temperatura del sustrato no influenciado por el ex basurero fue de $5,2^{\circ}\text{C}$.

6.1.2.2. Tasa de infiltración

El ensayo de infiltración sobre la cobertura final del ex basurero con sus dos determinaciones y en el área de referencia se muestra en la Figura 19.

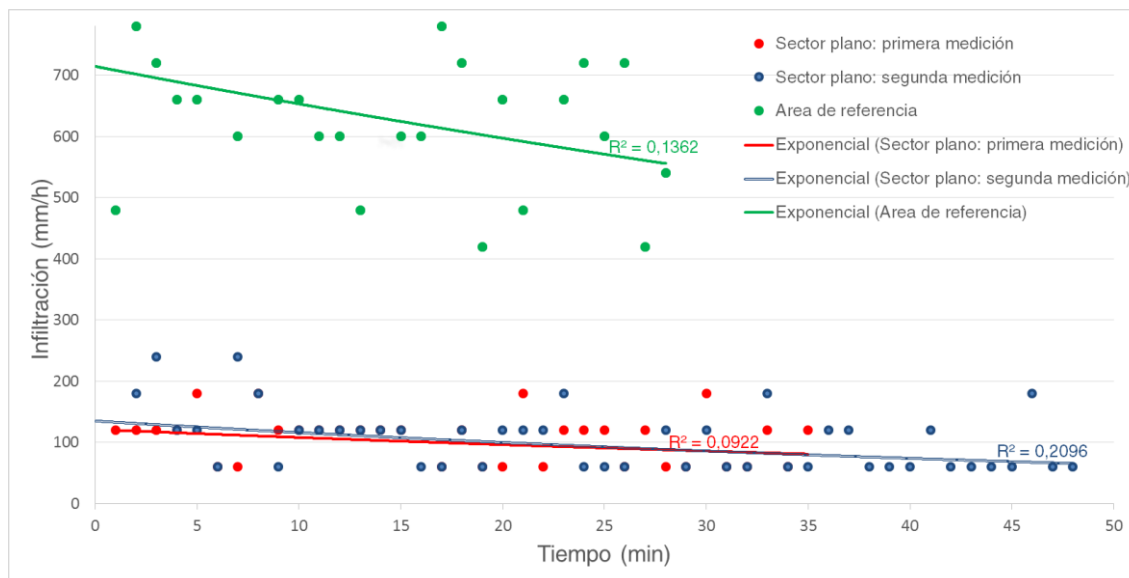


Figura 19: Tasa de infiltración: la infiltración en el área de referencia (puntos, línea de tendencia y valor R cuadrado de ajuste en verde), infiltración en el sector plano: primera medición (puntos, línea de tendencia y valor R cuadrado de ajuste en rojo), e infiltración en el sector plano: segunda medición (puntos, línea de tendencia y valor R cuadrado de ajuste en azul). Fuente: elaboración propia.

La primera medición de infiltración en el sector plano tiene un valor de infiltración básica de 1,5 mm/min (90 mm/h), a los 35 minutos de duración y el ensayo tiene un promedio de 1,7 mm/min (105,8 mm/h). Por otro lado en segunda medición la infiltración, tiene un valor de infiltración básica de 1,2 mm/min (76,4 mm/h) a los 50 minutos y el ensayo tiene un promedio de 1,7 mm/min (103,0 mm/h). En el área de referencia la infiltración básica tiene un valor de 10,1 mm/min (610,0 mm/h), a los 30 minutos de haber iniciado y el ensayo tiene un promedio de 10,7 mm/min (643,8 mm/h). La infiltración básica es la cantidad máxima de agua que el suelo o sustrato podrá infiltrar luego de una lluvia abundante. Por esta razón, se utilizó el valor de infiltración básica con valor más bajo para comparar con los datos de intensidad de lluvia por hora.

Comparando los resultados del ensayo de infiltración en la cobertura final del ex basurero y en el área de referencia, se observa que la infiltración básica es aproximadamente 7 veces más en el área de referencia que en el ex basurero. Esta determinación podría evidenciar que la infiltración de agua está siendo detenida por la geomanta y el sustrato dispuesto para impedir el ingreso de agua a la zona donde se encuentran contenidos los residuos sólidos y así producir una menor cantidad de generación de lixiviados. Este efecto puede producir un escurrimiento subsuperficial, afectando la determinación (Martín Nini, comunicación personal). El escurrimiento subsuperficial será mayor a mayor pendiente, lo que en algunos casos podría generar movimientos de arrastre de cobertura final en forma de erosión en surcos. (Martha Riat, comunicación personal).

Frente a eventos de precipitaciones mayores a 1,2 mm/min (76,4 mm/h), el agua excedente tenderá a escurrir superficialmente y debido a la falta de una vegetación que contenga el sustrato, éste se podrá erosionar. Para corroborar esta situación se analizó los datos aportados por la dirección técnica del DPA, de eventos de precipitaciones netas del año 2016, con datos de intensidad de lluvia cada una hora y se observó que las precipitaciones no presentan valores mayores a 0,24 mm/min (14,6 mm/h), valor máximo del día 18/08/2016, 10:00 h, siendo este menor a lo determinado en el ensayo de infiltración. Para obtener resultados más certeros se debe determinar el estado de humedad del sustrato al inicio del ensayo, ya que es un factor que condiciona la tasa de infiltración, incrementando la infiltración si es bajo el porcentaje de humedad y disminuyendo la infiltración si es mayor el porcentaje de humedad y así generar mayor erosión sobre el sustrato.

6.1.2.3. Compactación superficial

Los resultados de la medición de densidad aparente superficial se observan en la Tabla 10.

Tabla 10: Densidad aparente superficial (g/cm^3) para la cobertura final y el área de referencia.

Localización	Densidad aparente superficial (g/cm^3) \pm desvío estándar
Cobertura final del ex basurero	1,18 \pm 0,25
Área de referencia	0,98 \pm 0,11

En la Tabla 10, se observa que los valores obtenidos de densidad aparente superficial son mayores en el ex basurero que en el área de referencia. Sin embargo, los valores son relativamente bajos y demuestran que no existe compactación superficial que impida el desarrollo de la vegetación.

La compactación superficial es un parámetro importante ya que tiene consecuencias negativas en el establecimiento de la cobertura vegetal y la elongación de las raíces (Santos et al., 2012). La densidad aparente del suelo varía, entre otros factores, con la textura, la estructura, el contenido de materia orgánica y las labranzas. Los suelos compactados con valores de densidad aparente entre 1,8 a 2,0 g/cm^3 , son los que impiden el desarrollo de vegetación. Los valores en suelos de Argentina pueden variar entre un rango de 0,9 a 1,8 g/cm^3 (Santos et al., 2012). En particular, los suelos de origen volcánico (con alofanos), presentan una densidad aparente más baja, con valores entre 0,6 a 1,0 g/cm^3 , debido a la cantidad de poros en el sustrato (Victoria Cremona, comunicación personal). Estos valores se correlacionan con los del área de referencia que promedian los 0,98 g/cm^3 . Es importante mencionar que para mejorar la determinación de densidad aparente superficial se debe separar con un tamiz de 2 mm las piedras y descontar el volumen de estas al volumen del cilindro.

6.1.2.4. Pendientes

En la Tabla 11 se observan los resultados de medición de la pendiente.

Tabla 11: Orientación, longitud del tramo, ángulo de pendiente ($^{\circ}$), desnivel, ubicación de puntos GPS, pendiente GPS (%) para cada sector.

Localización	Orientación	Longitud tramo (m)	Ángulo pendiente ($^{\circ}$)	Desnivel (m)	Puntos GPS (Figura 20)	Pendiente GPS (%)
Sector Norte	NE	25	11	4,8	14 - 15	20
	NE	15	14	3,6	16 - 17	24
	N	13	15	3,4	18 - 19	24
Sector Sur	SO	57	6	6,0	1 - 2	12
	SO	54	7	6,6	3 - 4	12
	SO	73	7	8,9	5 - 6	11
Sector Este	E	37	3	1,9	8 - 9	5
	E	37	7	4,5	7 - 8	15
	E	41	8	5,7	10 - 11	13
	NE	46	7	5,6	12 - 13	13
Sector Oeste	NO	6	25	2,5	20 - 21	45
	O	7	27	3,2	22 - 23	59
	O	6	28	2,8	24 - 25	57

En la Tabla 11 se observa que las mayores pendientes son en el sector Oeste con un ángulo máximo de 28° y en el sector Norte con un máximo de 15° . Los taludes del sector Sur y Oeste presentan longitudes más largas, por lo cual las pendientes son más suaves. Por otro lado, el sector plano presentó un ángulo de pendiente de 1° en dirección sureste, coincidiendo con la dirección donde se encuentra una canaleta de escurrimiento superficial (MINTUR, 2012). Sin embargo, durante el recorrido a campo, se observó una zona del sector plano sin suficiente pendiente, donde se acumula agua (Figura 21).

Es importante mencionar que la determinación de porcentaje de pendiente calculada en base a la diferencia de altura entre los puntos superior e inferior tomados con GPS convencional, presenta un error medio de posicionamiento horizontal de 15 m y un error medio de posicionamiento vertical del instrumento mayor. Por esta razón y debido a que se cuenta con una medición de pendientes con menor error, determinada con un clinómetro y una cinta métrica, se tomó en cuenta la medición que presenta el menor error, es decir el ángulo de pendiente en grados. Para mejorar la medición de pendientes se debería utilizar un GPS diferencial.



Figura 20: Puntos GPS (1 al 26) cargados sobre una imagen satelital de Google Earth. Fuente: propia.

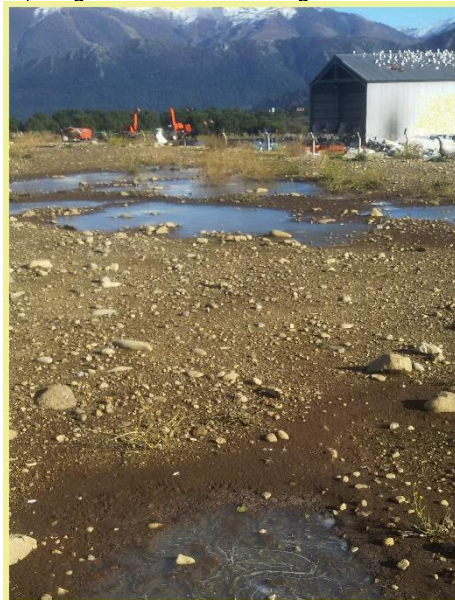


Figura 21: Acumulación de agua en el sector plano debido a la pendiente inadecuada. Fuente: propia.

Los resultados medidos de ángulos de pendientes, concuerdan con los pliegos de obra de MINTUR (2012), donde se especifica que las pendientes deben ser menor o igual a 1V:2H (26,6°), a excepción del sector Oeste, donde presenta valores mayores.

Las pendientes finales de los taludes, producidos por el empalme entre las canaletas de aguas superficiales, son un factor importante, ya que modifica los flujos de agua, sedimentos y nutrientes, afectando directamente al establecimiento de la vegetación (Dalmasso y Ciano, 2015). En los sectores donde la pendiente es alta (entre 20° y 28°), se deberá utilizar técnicas que favorezcan y aceleren el establecimiento de la vegetación con el objetivo de controlar la erosión y darle estabilidad al talud.

Estas medidas activas pueden ser aplicadas a través de diferentes disciplinas (SER, 2004; Georgi y Stathakopoulos, 2006; Dalmasso y Ciano, 2015), dependiendo de las características de la problemática, como bioingeniería (utilizando diseños ingenieriles y tecnológicos

combinando conceptos biológicos, mecánicos y ecológicos para reducir o controlar la erosión, proteger el suelo, y estabilizar las laderas, utilizando la vegetación o combinando ésta con los materiales de construcción), la ingeniería ecológica (utilizando la manipulación de materiales naturales, organismos vivos y el ambiente fisicoquímico para lograr metas específicas y para resolver problemas técnicos), o la restauración ecológica (acelerando la sucesión creando la composición, la estructura y la función del ecosistema de referencia).

Las disciplinas mencionadas utilizan tecnologías no vivas orientadas a la contención o estabilización del talud (reducción de pendiente, construcción de terrazas, mallas metálicas, geomallas volumétricas, mallas orgánicas de yute o coco, muros de pie, entramados de madera, gaviones, entre otros), y técnicas orientadas al establecimiento de la vegetación (hidrosiembra sola o sustentada en mallas orgánicas, gaviones revegetados, recuperación del suelo, aplicación de mulch, siembra directa, implantación de plantines, transporte de banco de semillas, entre otros) (Gómez Orea, 2004; Georgi y Stathakopoulos, 2006; Dalmasso y Ciano, 2015).

Por otro lado, la orientación geográfica de los sectores a trabajar es importante ya que existe una influencia entre ésta y la colonización vegetal. En las exposiciones Norte y Oeste son las más secas en esta región en función del recorrido solar y de los vientos occidentales preponderantes (Azpilicueta et al., 2010).

6.1.2.5. Profundidad del sustrato

Los resultados de la profundidad del sustrato se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12: Profundidad del sustrato para cada sector.

Localización	Profundidad del sustrato (m)
Sector plano	0,15
Sector Norte	0,25
Sector Sur	0,13
Sector Este	0,25
Sector Oeste	0,15

En la Tabla 12 se observa que las menores profundidades se encuentran en el sector plano, Sur y Oeste, con valores cercanos a 0,10 m. Los valores máximos de profundidad encontrados son de 0,25 m.

6.1.2.6. Humedad

Los resultados obtenidos de humedad se observan en la Tabla 13.

Tabla 13: Porcentaje de humedad y su desvío estándar área de referencia y en el ex basurero para el mes de febrero.

Localización	Humedad media (%) \pm desvío estándar
Área de referencia	8,67 \pm 2,35
Sector plano	4,14 \pm 0,94
Sector Norte	5,28 \pm 1,26
Sector Sur	2,82 \pm 1,66
Sector Este	3,83 \pm 0,81
Sector Oeste	6,02 \pm 0,49

Se registraron diferencias significativas entre el contenido de humedad del sustrato en los diferentes sectores analizados ($H=12,425$, $p=0,03$). El área de referencia (8,67 \pm 2,35%) presentó mayor porcentaje de humedad que el sector Sur (2,82 \pm 1,66%) (Figura 22).

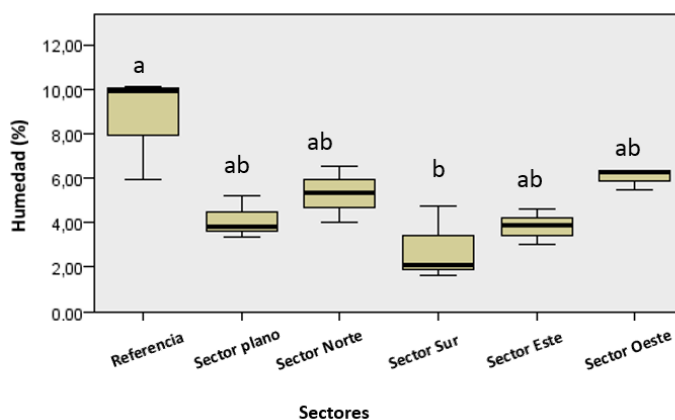


Figura 22: Contenido de humedad (%) de los diferentes sectores de estudio: sitio de referencia, y sectores del ex basurero: sector plano, sector N, sector S, sector E y sector O. Letras diferentes indican diferencias significativas en el contenido de humedad entre los diferentes sectores ($P<0,05$). Fuente: elaboración propia.

Es importante contar con un registro de humedad en mes de menores precipitaciones, debido a que este período es el de mayores temperaturas en la región y donde se produce el mayor crecimiento de la vegetación (Morello et al., 2012; Santos et al., 2012).

6.1.2.7. Características físico químicas del sustrato

Las características físico químicas del sustrato de cobertura final y del suelo del área de referencia se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14: Resultados de análisis del sustrato de la cobertura final del ex basurero y suelo del área de referencia. Fuente: INTA Bariloche, 2018.

Parámetro	Sustrato de cobertura final del ex basurero	Suelo del área de referencia
pH ¹	7,02	6,29
Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ¹	64	57
Materia orgánica (%) ²	2,1	4,3
Nitrógeno total (%)	0,1	0,17
Fósforo disponible (ppm) ³	2	2
% Pedregosidad	37.6	2.6
Granulometría:		
Arena	72,4	67,0
Limo	20,5	26,3
Arcilla	5,8	5,8
Clase textural	Franco Arenoso	Franco Arenoso

1 - Suspensión relación suelo/agua 1:2,5.

2 - Walkley-Black

3 - Olsen

En la Tabla 14, se observó que el pH en el suelo del área de referencia fue moderadamente ácido y en el sustrato de cobertura final fue neutro. En ambos sitios se obtuvieron valores bajos de conductividad eléctrica (menor a 0,06 dS/m), que representan condiciones no salinas. La materia orgánica (MO) presentó valores 50% más altos en el área de referencia que en el sustrato de cobertura final, sin embargo en función de su textura se consideran valores de MO altos para el sustrato de cobertura final y muy altos en el área de referencia (Taboada y Alvarez, 2008). Esto posiblemente es debido al origen volcánico de los suelos de la zona, que tienen valores más altos de MO a iguales texturas, por la alta capacidad de los materiales alofónicos para estabilizar la MO (Satti et al., 2003).

El nitrógeno presentó valores 50% más altos en el suelo del área de referencia que en el sustrato de cobertura final. Esta diferencia no se observó con el fósforo disponible, que presentó valores bajos iguales para ambas muestras, posiblemente por el origen volcánico de los suelos que retienen el fósforo (Satti et al., 2003).

Por otro lado, el porcentaje de pedregosidad fue mayor en el sustrato de cobertura final que en el suelo del área de referencia. Por último, la clase textural fue la misma para ambas muestras (franco arenoso), presentando el mismo porcentaje de arcilla y porcentajes similares de arena y limo. De los resultados obtenidos del muestreo de sustrato, no se puede asegurar que

presenten diferencias significativas, debido a que no se extrajeron muestras con repeticiones. Sin embargo, al ser una muestra compuesta, sirve para el alcance de este estudio.

6.1.3. Estudio de vegetación:

En el área de estudio se registraron 49 especies en total (Tabla 1 del Anexo I). En el área de referencia la cobertura vegetal fue de 112,3% y se registraron 39 especies (28 especies nativas y 11 exóticas). En el área del ex basurero, en el sector plano la cobertura vegetal fue de 67,8% y se registraron 8 especies (3 nativas y 5 exóticas). En el sector Norte la cobertura vegetal fue de 9,4% y se registraron 6 especies (1 nativa y 5 exóticas). En el sector Sur la cobertura vegetal fue de 24,2% y se registraron 6 especies (2 nativas y 5 exóticas). En el Sector Este la cobertura vegetal fue de un 30,5% y se registraron 8 especies (3 nativas y 5 exóticas). Por último, en el sector Oeste la cobertura vegetal fue de 10,5% y se registraron 9 especies (7 nativa y 2 exóticas).

La cobertura vegetal fue mayor en el área de referencia que en los sectores de orientación Norte, Sur, Este y Oeste, sin embargo en el sector plano se registró aproximadamente un 50% de cobertura vegetal de la especie exótica *Brassica nigra* (mostaza negra).

Por otro lado, la riqueza de especies fue mayor en el área de referencia (39 especies) que la cobertura final del ex basurero (17 especies) incluyendo todos los sectores. En la Figura 23 se observa el porcentaje de cobertura vegetal y de suelo desnudo en el área de referencia y en los diferentes sectores del ex basurero.

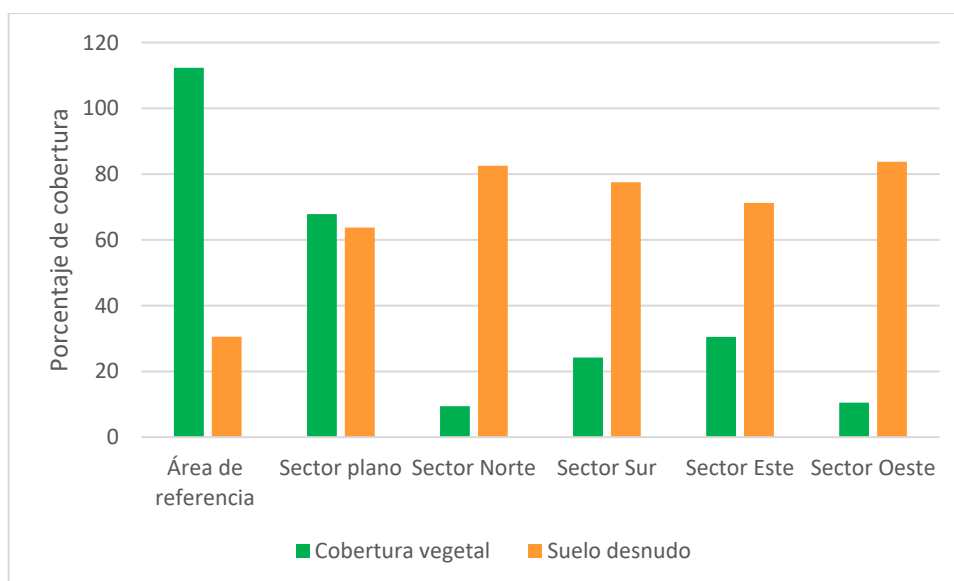


Figura 23: Porcentaje de cobertura vegetal y de suelo desnudo para cada sector evaluado. Fuente: elaboración propia.

Hay diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de sustrato o suelo desnudo de los diferentes sitios evaluados (Kruskal-Wallis, $H=42,800$, $p=0,000$). El área de referencia (37,5%) posee menor cobertura de suelo desnudo que los sectores de los taludes del ex basurero, sin embargo no presenta diferencias significativas con el sector plano (62,5%) del ex basurero (Figura 24).

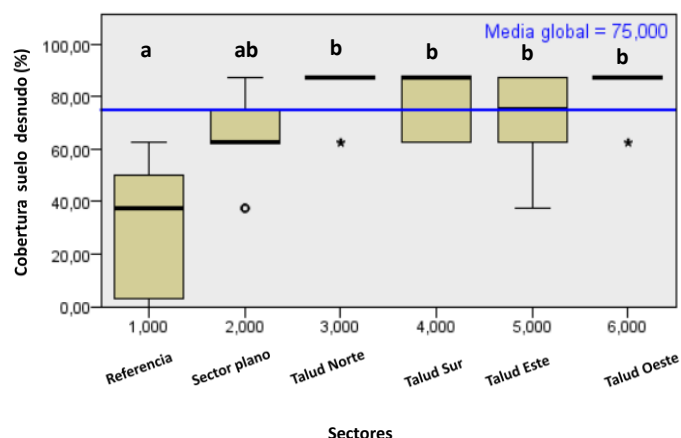


Figura 24: Cobertura de suelo desnudo (%) en área de referencia (37,5±24,3), sector plano (62,5±17,16), sector de taludes Norte (87,5±10,3), Sur (87,5±12,6), Este (75±18,6), Oeste (87,5±9,2). Fuente: elaboración propia.

También se encontraron diferencias significativas entre la cobertura de la vegetación del área de referencia y los 5 sectores analizados en la cobertura final del ex basurero (Prueba Kruskal-Wallis $H=67,97$, $p>0.000$). El análisis de a pares a posteriores exhibe que no hay diferencias significativas de cobertura de la vegetación entre el área de referencia y el sector plano del ex basurero, pero sí entre estos dos sitios con el sector de taludes Norte, Sur, Este y Oeste del ex basurero (Figura 25).

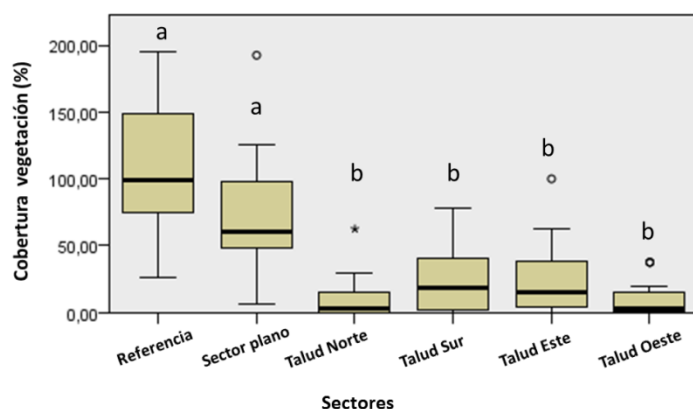


Figura 25: Cobertura de vegetación (%) del área de referencia y los diferentes sectores de estudio: sector plano, sector de taludes N, S, E y O. Letras diferentes indican diferencias significativas en el porcentaje de cobertura entre los diferentes sectores del área de estudio ($P<0.05$). Fuente: elaboración propia.

En la Figura 26 y Figura 27 se muestra el aspecto del área de referencia y del área de clausura respectivamente.



Figura 26: Aspecto de la vegetación en el área de referencia:1) *Fabiana imbricata*, *Nothofagus antártica*, entre otras. 2) *Haplopappus glutinosus*. Fuente: elaboración propia.

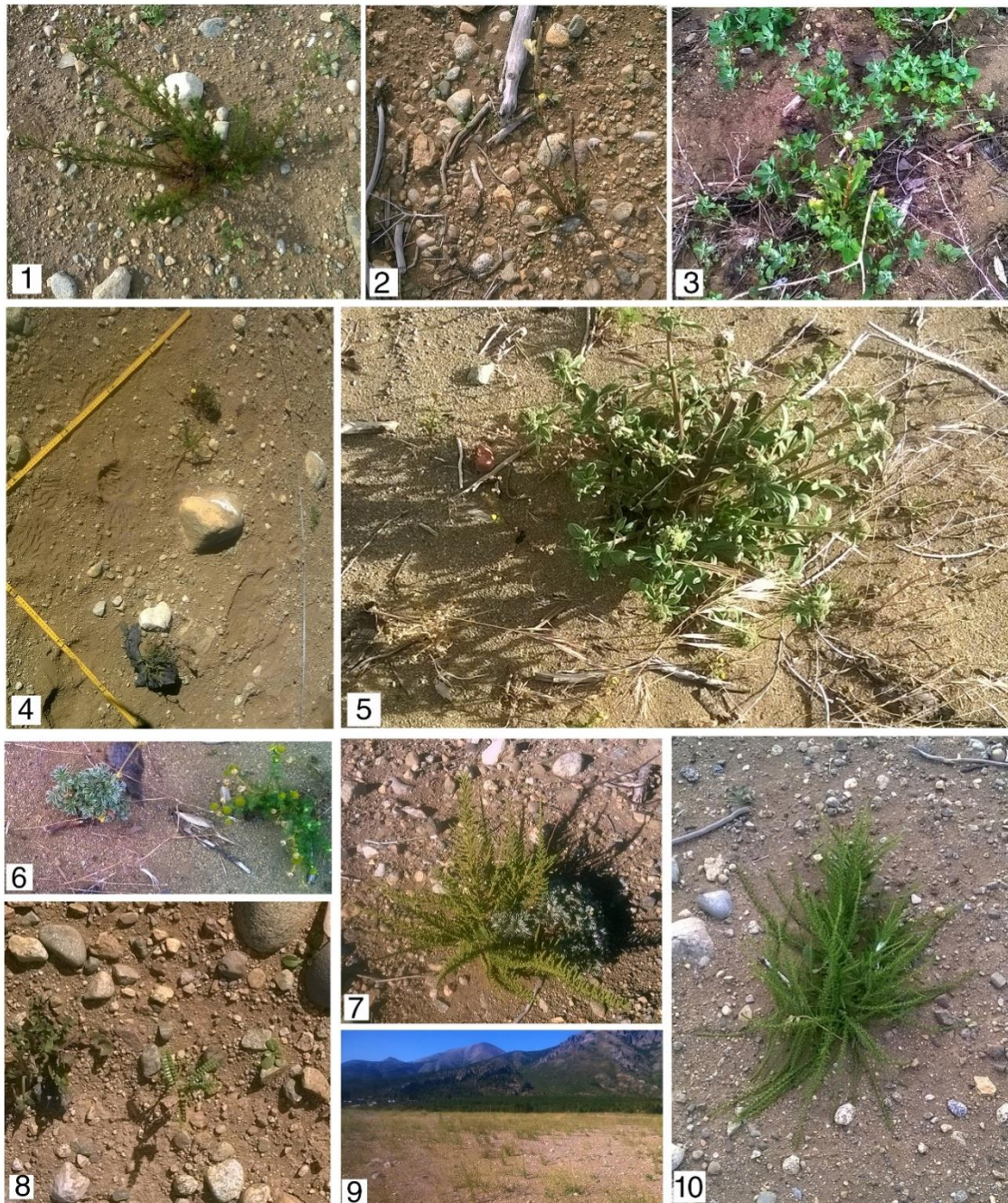


Figura 27: Aspecto de la vegetación del área del ex basurero. 1) *Matricaria inodora*, 2) *Sisyrinchium arenarium*, 3) *Chenopodium album*, *Hypochaeris radicata*, 4) *Sisyrinchium arenarium*, *Oxalis valdiviensis*, 5) *Phacelia secunda*, 6) *Acaena splendens*, *Matricaria inodora*, 7) *Fabiana imbricata*, *Acaena splendens*, 8) *Adesmia boronoides*, 9) Vista general con predominio de *Brassica nigra*, 10) *Fabiana imbricata*.
Fuente: elaboración propia.

Las especies nativas en el área degradada tienen una cobertura vegetal menor que las especies exóticas, pero tienen una riqueza de especies mayor que las exóticas. Las especies nativas presentes son: *Fabiana imbricata* (palo piche), *Muehlenbeckia hastulata*, *Phacelia secunda*, *Sisyrinchium arenarium*, *Oxalis valdiviensis* (culle), *Geranium magellanicum*, *Acaena splendens* (cepa caballo), *Adesmia boronoides* (paramela) y *Mutisia decurrens* (virreina). Estas especies están colonizando el área degradada de forma natural, lo que es un factor a tener en cuenta a la hora de elegir las especies nativas para la revegetación. Además se

resalta que en el sector Oeste, que se encuentra en peores condiciones (por pendiente y erosión), las especies nativas presentan una cobertura mayor que las exóticas presentes en el mismo sector.

Las especies exóticas en la cobertura final del ex basurero tienen una cobertura vegetal mayor a las nativas. Las especies exóticas presentes son: *Brassica nigra* (mostaza negra), *Brassica rapa* (nabo silvestre), *Cerastium arvense* (cerastio), *Chenopodium album* (quinoa blanca), *Cytisus scoparius* (retama), *Pinus contorta* (pino murrayana), *Polygonum aviculare* (sanguinaria), *Rumex acetosella* (acedera). De estas especies, es importante resaltar que la especie *Brassica nigra* (mostaza negra), una hierba anual, es la que mayor cobertura vegetal aporta al ex basurero, encontrándose seca en la estación húmeda (otoño-invierno), no cumpliendo así una función protectora de la cobertura final ante las precipitaciones (Figura 27.9). Otra especie exótica que colonizó el sustrato, presenta raíces pivotantes, el *Pinus contorta* (pino murrayana). Esta especie debe ser controlada ya que pueden dañar la geomanta (MINTUR, 2012) y se la ha citado como invasora en la región (Rovere et al., 2013). Además, algunos autores mencionan a los basureros como epicentros de distribución de plantas invasoras (Plaza et al., 2018).

La cobertura de vegetación de los diferentes grupos funcionales de cada sector se muestra a continuación, en la Figura 28:

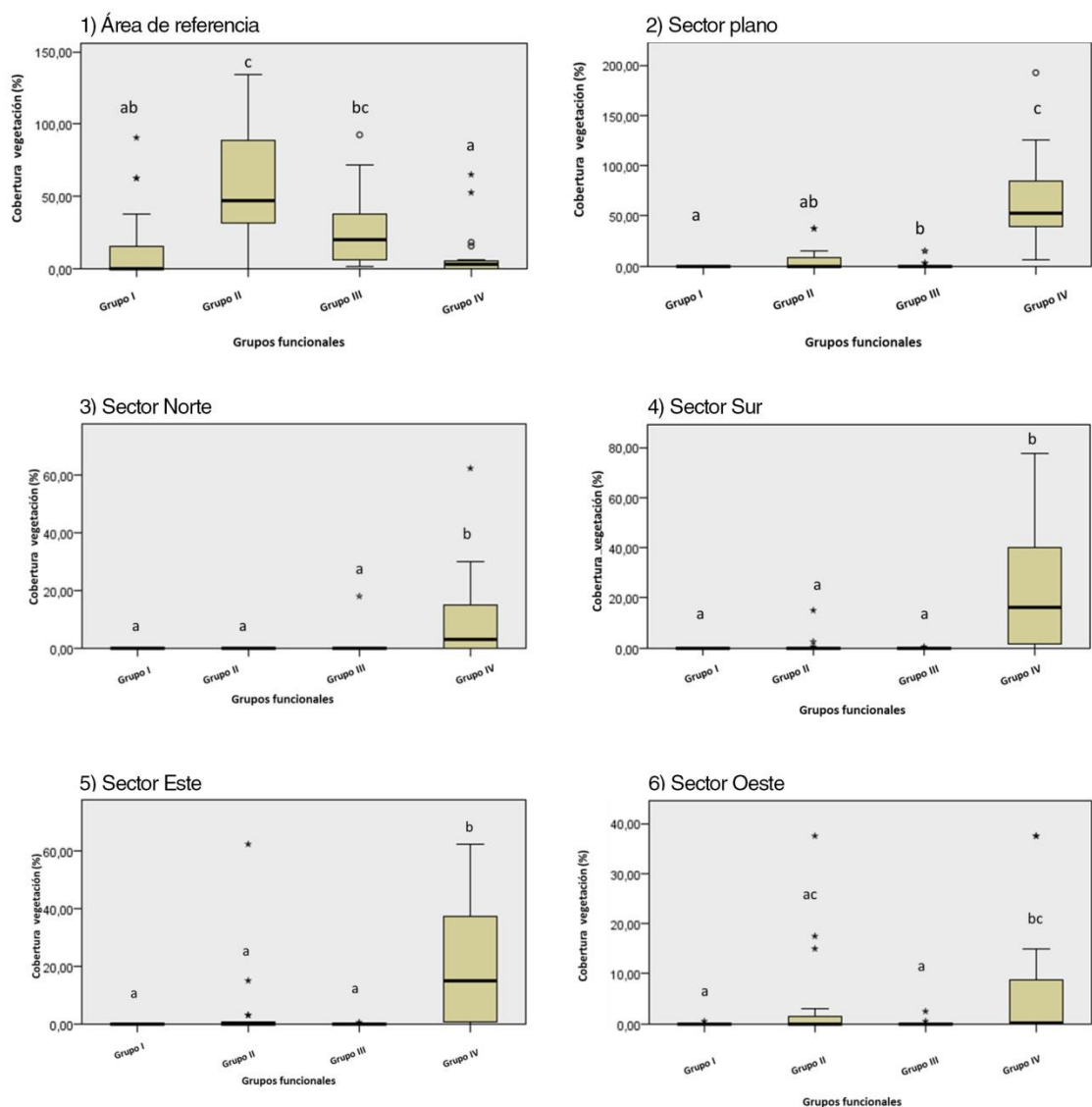


Figura 28: Cobertura de vegetación (%) en: 1) área de referencia, 2) sector plano, 3) sector Norte, 4) sector Sur, 5) sector Este y 6) sector Oeste, de los diferentes grupos funcionales: Grupo I (árboles), Grupo II (arbustos y sub arbustos), Grupo III (gramíneas y hierbas perennes), y Grupo IV (gramíneas y hierbas anuales). Letras diferentes indican diferencias significativas en el porcentaje de cobertura entre los diferentes sectores del área de estudio ($P < 0.05$). Fuente: elaboración propia.

El análisis de vegetación de los diferentes grupos funcionales presentes en cada sector en cuanto a su representatividad, encontramos que:

En el área de referencia la cobertura del Grupo I árboles es de 15,2%, mientras que el Grupo II arbustos y sub-arbustos es de 57,3%, el Grupo III gramíneas y hierbas perennes es de 25,5% y el Grupo IV gramíneas y hierbas anuales es de 8,8% (Figura 28.1).

En el sector plano se encontraron diferencias estadísticas significativas (Prueba de Kruskal Wallis, $H=57,229$, $p < 0.000$) entre los porcentaje de cobertura de la vegetación según el grupo funcional. Se encontró mayor porcentaje de cobertura del Grupo IV gramíneas y hierbas anuales que de los demás grupos funcionales (Figura 28.2).

En el sector Norte hay diferencias estadísticas significativas (Prueba de Kruskal Wallis, $H=36,131$, $p < 0.000$) entre los porcentaje de cobertura de la vegetación según grupo funcional.

Se encontró mayor porcentaje de cobertura del Grupo IV gramíneas y hierbas anuales que de los demás grupos funcionales (Figura 28.3).

En el sector Sur del ex basurero, se encontraron diferencias estadísticas significativas (Prueba de Kruskal Wallis, $H=59,567$, $p<0.000$) entre los porcentaje de cobertura de la vegetación según grupo funcional. Se encontró mayor porcentaje de cobertura del Grupo IV gramíneas y hierbas anuales que de los demás grupos funcionales (Figura 28.4).

En el sector Este hay diferencias estadísticas significativas (Prueba de Kruskal Wallis, $H=44,348$, $p<0.000$) entre los porcentaje de cobertura de la vegetación según grupo funcional. Se encontró mayor porcentaje de cobertura del Grupo IV gramíneas y hierbas anuales que de los demás grupos funcionales (Figura 28.5).

En el sector Oeste, hay diferencias estadísticas significativas (Prueba de Kruskal Wallis, $H=14.633$, $p<0.002$) entre los porcentajes de cobertura de la vegetación según grupo funcional. Se encontró mayor porcentaje de cobertura del Grupo IV gramíneas y hierbas anuales (Figura 28.6).

Si bien existe una colonización natural de vegetación, se puede decir que son mayormente especies de gramíneas y hierbas anuales, con características de poseer seca su biomasa aérea en las épocas de mayor precipitación, provocando que la intercepción de las precipitaciones sea menor que en los demás grupos funcionales. En el sustrato no debe haber especies del Grupo funcional I, compuesto por árboles, principalmente por sus raíces profundas. Sin embargo, es necesario contar con especies de los Grupos funcionales II, compuesto por arbustos y sub-arbustos que no presenten raíces pivotantes y profundas, y del Grupo III, compuesto por gramíneas y hierbas perennes, para que en la época de mayor precipitación exista una capa de vegetación que cumplan el rol ecológico de interceptar el agua y disminuir su cantidad, para lograr que no se generen caudales con velocidades erosivas.

6.2. Resultados del objetivo II: diseñar el plan de clausura que incluya la consolidación definitiva de la cobertura final y la rehabilitación del ex basurero de S.C. de Bariloche

6.2.1. Evaluación del estado actual del sustrato y propuestas correctivas:

6.2.1.1. Volumen del material de sustrato

Según las especificaciones técnicas del pliego de obra, la cobertura final debe contar con una barrera de infiltración compuesta por la geomanta GCL, una capa intermedia de 250 mm de sustrato seleccionado de suelo proveniente de las excavaciones realizadas en la zona y una capa superior de suelo vegetal de 200 mm de espesor para la implantación de exóticas y nativas (ver Figura 1). Si bien las especificaciones técnicas de diseño dan como resultado una cobertura final de 450 mm de profundidad, en las mediciones presentadas en la Tabla 8, se muestra que esa profundidad no fue alcanzada en ningún sector.

En base a la información del volumen erosionado (Tabla 5), porcentaje de geomanta descubierta (Tabla 8), la profundidad de sustrato (Tabla 12) y las áreas de cada sector, se calcula que el volumen necesario para completar la capa intermedia y la capa superior de implantación de vegetación, que se presenta en la Tabla 15.

Tabla 15: Volumen necesario de capa intermedia y capa superior (m³) estimado en base al área del sector, volumen erosionado (Ve), volumen para cubrir la geomanta (Vg), el volumen de capa intermedia (Vm) y el volumen de capa superior apta para sustentar la vegetación (Vs), para cada sector.

Localización	Área del sector (m ²)	Ve (m ³)	Vg (m ³)	Vm (m ³)	Vs (m ³)
Sector plano	28000	0	420	2800	5600
Sector Norte	5000	2,8	250	0	1000
Sector Sur	15000	128,1	897	1800	3000
Sector Este	7000	4,5	84	0	1400
Sector Oeste	5000	9,3	907,5	500	1000
Suma		144,7	2225	5100	12000

6.2.1.2. Propuestas correctivas del sustrato

Para completar la cobertura final como está establecido en los pliegos de licitación de obra del MINTUR (2012), se necesitan 7469 m³ de capa intermedia y 12000 m³ de capa superior de suelo vegetal o un sustrato de soporte de la vegetación, para ser aplicadas sobre las 6 ha. del ex basurero. Previamente a la corrección del sustrato, se debe retirar los residuos depositados sobre la cobertura final y sobre las canaletas de evacuación de aguas superficiales. En las canaletas de aguas superficiales del sector Oeste se deberán remover los residuos con 14 volquetes de 5 m³ y en el sector Norte se removerán los residuos con un volquete de 5 m³.

Las capas de cobertura final que se proponen corregir del sustrato se explican a continuación:

Capa intermedia: está compuesta por arenas y gravas se obtendrá de una cantera que se encuentra en explotación actual cerca al Centro Ambiental, en preferencia de la cantera

Municipal, propiedad del Municipio de S.C. de Bariloche y en actual explotación (Roncallo, 2017), o del mismo predio.

Capa superior: está compuesta por suelo vegetal (horizonte superficial), pero se recomienda el uso de compost, ya que el suelo es un recurso no renovable y degrada fuertemente las áreas donde es obtenido (Namiot et al., 2012).

Una alternativa es la utilización de compost de biosólidos de barros cloacales (Azpilicueta et al., 2010; Kim y Owens, 2010; Riat, 2017). Con respecto a este tema, en julio de 2018, se sancionó la Resolución N°410 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (MAyDS) para el manejo sustentable de barros y biosólidos generados en plantas depuradoras de efluentes cloacales, donde se restringe su forma de uso a algunos fines (Resolución N°410 del MAyDS, 2018). En dicha resolución se establece que dependiendo de su nivel de estabilización (reducción de sólidos volátiles y deflexión de oxígeno), de la concentración de elementos potencialmente tóxicos (metales pesados) y el nivel de patógenos (coliformes fecales y Salmonella), se restringen las formas de uso. Se resalta que el producto del compostado de barro cloacal deshidratado en pilas con volteos, se clasifica según dicha resolución (Resolución N° 410 del MAyDS, 2018) de la siguiente manera:

Biosólidos Clase A: puede ser aplicado sin restricciones de uso en forestación y floricultura, recuperación de sitios degradados, restauración del paisaje, elaboración de abonos o enmiendas, cierre de rellenos sanitarios, paisajismo y otros usos (valorización energética y biorremediación de hidrocarburos, entre otros).

Biosólidos Clase B: no se restringe el uso para el cierre de rellenos sanitarios. Sin embargo, este producto posee las siguientes restricciones sanitarias: para forestación y floricultura, recuperación de sitios degradados y restauración del paisaje se debe restringir el acceso al público y animales durante un año a partir de su aplicación. No podrán ser utilizados para paisajismo; no podrán ser utilizados en sitios con alta exposición, de contacto directo o de alto tránsito, como tampoco en establecimientos tales como hospitales, escuelas o conjuntos de viviendas; y no podrán ser utilizados en sitios ubicados a menos de 100 metros de distancia de viviendas o establecimientos como los mencionados.

Cuando el producto del compostado no cumple con los parámetros para la Clase A y Clase B, se produce un pasivo ambiental que debe recibir una disposición y se puede evaluar la aplicación en sitios con características particulares (Resolución N°410 del MAyDS, 2018), como se propone en este TFI para cobertura final del ex basurero. Dicho pasivo ambiental se denomina compost inmaduro o Clase C, dado que no cumplió las condiciones de tratamiento para asegurar el control de patógenos (Laos et al., 2000), y no puede ser utilizado comercialmente, por lo que se deposita y acumula en la planta de compostaje, estimándose su volumen actual aproximado en 8000 m³ (Mauro Ferrarese, comunicación personal).

Para el uso de los biosólidos de la planta de compostaje, actualmente clasificados como Clase C para la clausura de rellenos sanitarios (o basureros a cielo abierto), es imprescindible determinar si éste cumple con los parámetros de estabilidad, elementos potencialmente tóxicos y patógenos, y en qué categoría de biosólido clasifica para la nueva resolución (Resolución

N°410 del MAyDS, 2018), ya que hasta antes de ésta, el producto se podía utilizar en el cierre de basureros o relleno sanitarios para su cobertura final (Mazzarino y Satti, 2012). Sin bien este análisis no se ha realizado en la actualidad (Mauro Ferrarese, comunicación personal), los barros cloacales deshidratados presentan menos de $< 2.000.000$ NMP/g de biosólido previamente tratados con cal (Laos et al, 2000) y cuando el tiempo de almacenamiento del compost Clase C transcurrido supera los dos años, se considera que el producto ha disminuido considerablemente el nivel de patógenos potenciales (Patricia Satti, comunicación personal). Por estas razones el biosólido Clase C que actualmente se encuentran en la planta de compostaje como un pasivo ambiental, puede ser utilizado para la cobertura final de ex basurero y podría ser gestionado con la Cooperativa de Electricidad Bariloche Ltda. sin costo (Mauro Ferrarese, comunicación personal).

Por lo tanto, se propone utilizar un volumen de 8000 m^3 de compost Clase C de la CEB y distribuirlo en una capa uniforme de 13 cm de espesor. Para completar los 7 cm faltantes, se realizará la compra de compost Clase A, en una cantidad de 4000 m^3 , por falta de disponibilidad de compost Clase B de la CEB.

Durante el diagnóstico de la situación actual del sustrato se observó que en el sector Oeste, existe un talud con una pendiente de 27° (ver Tabla 11), con evidencia de acción de procesos erosivos y con dificultad para el establecimiento de la vegetación. Las medidas a tomar en el talud del sector Oeste serán: aplicar la capa intermedia y la capa superior de material para el sustento de la vegetación, realizar la siembra y/o plantación e inmediatamente sostener este material a través de una malla orgánica de coco.

6.2.2. Propuestas para el manejo de la vegetación:

La revegetación sobre la cobertura final del ex basurero, no fue llevada a cabo debido a la falta de garantías sobre la disponibilidad de riego y al alto riesgo producido por los gases emanados por el sistema de venteos (Susana Moyano, comunicación personal). La colonización natural a través de semillas que puedan llegar al sitio o de propágulos que estén en el material de cobertura final, ha demostrado ser muy lenta, ya que tras tres años de su clausura predominan especies anuales exóticas, pero adaptadas al medio donde se establecieron. Por esta razón se plantean técnicas de rehabilitación con introducción de especies exóticas en una primera etapa y de especies nativas en una segunda etapa sobre la cobertura final del ex basurero, como se describe a continuación:

6.2.2.1. Propuesta de rehabilitación del ex basurero

Esta propuesta se basa en establecer una cobertura vegetal con especies nativas y exóticas que sean adecuadas al medio y adaptadas a las condiciones fisicoquímicas del sustrato, para lograr dar sustento al mismo, evitar la pérdida del material de cobertura final y generar con el tiempo una integración con el paisaje. El sustrato debe ser previamente acondicionado con las capas intermedia de infiltración y capa superior de sustento de vegetación.

En una primera etapa se planifica sembrar *Festuca arundinacea* (gramínea perenne) y *Avena sativa* (gramínea anual), por su aporte de carbono que ingresa al suelo por la biomasa radicular y disposición de biomasa aérea. Estas dos especies serán sembradas en primavera con una densidad de siembra de 30 g/m², para lograr una cobertura rápida, detener la erosión y sostener la cobertura final. Una vez realizada esta primera etapa de recuperación de fijación del sustrato será posible en una segunda etapa implantar la vegetación nativa, enriqueciendo el área paulatinamente, con el fin de asegurar una cobertura vegetal que tenga bajo mantenimiento y se mantenga en el tiempo.

En la segunda etapa se plantarán especies nativas obtenidas a partir de semillas, de la población del área de referencia o la población más cercana, para asegurar la variabilidad genética y que se encuentren adaptadas al ambiente (SER, 2004; Rovere, 2010). Se recolectarán un 20% de las semillas maduras viables y sanas disponibles al momento de la colecta, de 30 a 50 plantas por cada especie (Gold et al., 2004; Masini et al., 2012). Se espera que la producción de plantines esté a cargo de la Tecnicatura en Viveros de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) mediante convenios específicos de colaboración. Cuando las plantas tengan de 6-8 meses de edad, serán llevadas a campo y plantadas.

La forma de plantación será la misma para el sector plano, Sur, Este y Oeste, pero distinta en el sector Norte, debido a la pendiente. Para todos los sectores se utilizará una distancia de plantación, especulando una alta probabilidad de fallas, de 2 m x 2 m, lo que es igual a una planta cada cuatro metros (Martha Riat, comunicación personal). Para el sector Norte la forma de plantación será en forma de tresbolillo para que el escurrimiento hídrico sea más aprovechado por los plantines y sobre una malla orgánica de coco. El número de plantas necesarias se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$Np = \frac{S}{H * V}$$

Donde:

Np: Número de plantas necesarias.

S: Superficie evaluada.

H: Distancia entre plantas horizontal.

V: Distancia entre plantas vertical.

Por lo tanto, se necesitarán 15000 plantas, que serán llevadas a campo para su plantación en la estación de otoño.

Las especies a utilizar en la revegetación fueron seleccionadas por tener características de alta cobertura, ser plantas perennes, de bajo mantenimiento, estar presentes en la cobertura final del ex basurero, colonizando naturalmente o estar presente en zonas aledañas al sitio de estudio (área de referencia) y una especie fue seleccionada por tener características fitorremediadoras. Las especies recomendadas son las arbustivas perennes *Acaena splendens* (cepa caballo), *Adesmia boronoides* (paramela), *Haplopappus glutinosus* (buchú) y *Baccharis magellanica* (mosaiquillo), la hierba o subarbusto perenne *Phacelia secunda*, y la hierba anual

Oenothera odorata (don diego de la noche). La especie *Baccharis magellanica* es la única que será propagada a partir de reproducción vegetativa. La especie *Oenothera odorata*, ha sido utilizada en otros ambientes por sus características colonizadoras de áreas degradadas como bordes de caminos y sus características fitorremediadoras (Chichizola et al., en prensa). En combinación con esta etapa, también se deberá sembrar las especies exóticas (*Festuca arundinacea* y *Avena sativa*) para generar una sucesión secundaria que tenderá a restablecer la cobertura con estas especies.

6.2.2.2. Plan de monitoreo y post clausura a largo plazo

Será necesario un plan de monitoreo teniendo en cuenta que se producirán asentamientos que afectarán a la superficie del terreno y a las plantas utilizadas en la revegetación (Tchobanoglous et al., 1998), teniendo en cuenta un manejo adaptativo de las metodologías y acciones tomadas. El plan de monitoreo contemplará el mantenimiento de la cobertura final, la vegetación, las pendientes, el drenaje superficial y los tubos de venteo durante 30 años posteriores a la clausura, como se explica a continuación:

Sobre la cobertura final se identificarán las problemáticas como la presencia de estructuras erosivas que expongan el recubrimiento sintético y posibles derrumbes del terreno. La evaluación sobre la cobertura será realizada una vez al año, después de la época de lluvias intensas y se tomarán las medidas correctivas necesarias.

Para la vegetación se observará a campo la presencia de plantas muertas y se procederá a su replazo. Además, se realizará el control de especies que sean perjudiciales para la cobertura final por tener raíz pivotante o características de exóticas invasoras. Algunos ejemplos de especies problemáticas que estuvieron presentes durante el muestreo de vegetación, son *Cytisus scoparius* (retama) y *Pinus contorta* (pino murrayana), entre otras. Esta evaluación deberá ser realizada cuatro veces al año durante los primeros 2 años y luego una vez por año. En las canaletas de drenaje de agua superficial se observará la presencia de basura y obstrucciones y se procederá a quitarlas. Esta evaluación se realizará cuatro veces al año y después de cada lluvia sustancial, los primeros dos años y luego una vez por año.

El control del estado de los tubos de venteo se realizará visualmente y se identificará el estado de los mismos una vez al año. Si se encuentran el sombrero de ventilación rotos o el plástico de PVC derretido por incendios, se procederá a su replazo para evitar el ingreso de agua.

6.2.3. Mapa de riesgo ambiental en el área de trabajo:

Las tareas identificadas durante la remediación del ex basurero son 11. A continuación se muestra el mapa de riesgo para la tarea 1, ya que es la tarea realizada durante este proyecto.

El mapa de riesgo para las demás tareas se puede ver el Anexo II.

6.2.3.1. Área de desempeño de los trabajadores

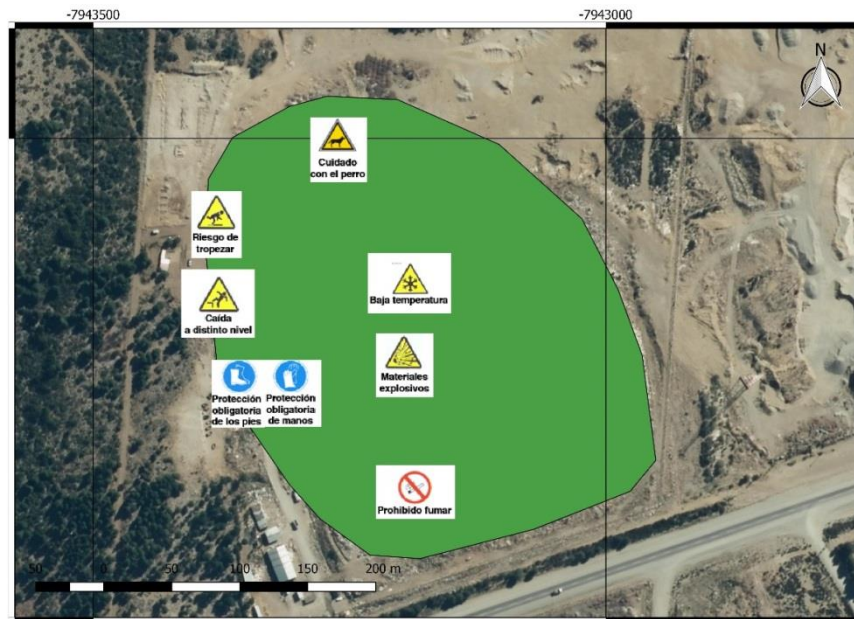
El área donde se desempeñan los trabajadores, se encuentra dentro del Centro Ambiental de San Carlos de Bariloche, sobre la cubierta del ex basurero.

6.2.3.2. Identificación del peligro y evaluación de riesgo

Mapa de riesgo para la tarea 1: diagnóstico y evaluación del estado actual del sustrato.

Descripción de la tarea: relevar el estado del sustrato del ex basurero, realizando muestreos y mediciones sobre la cobertura final.

Evaluación de riesgo: los principales resultados son que se identificaron cuatro riesgos tolerables (ataques de seres vivos, golpes y cortes, insolación y/o frío), dos riesgos moderados (caídas al mismo nivel y sobreesfuerzos), y dos riesgos importantes (inhalación de gases y deshidratación). La evaluación de riesgos para la tarea de evaluar el estado del sustrato se muestra en el Anexo II (Tabla 1). El mapa de riesgo para la tarea 1 se observa a continuación (Figura 29).



 Prohibido fumar	 Riesgo de tropezar	 Cuidado con el perro
 Baja temperatura	 Caída a distinto nivel	 Materiales explosivos
 Protección obligatoria de los pies	 Protección obligatoria de manos	

Figura 29: Mapa de riesgo para la tarea 1: evaluación del estado actual del sustrato. En la figura se muestra en verde la cobertura final del ex basurero, sobre una imagen satelital. Los símbolos en azul son de obligatoriedad, en amarillo son símbolos de precaución o advertencia y en rojo prohibiciones. Fuente: elaboración propia.

6.2.3.3. Capacitaciones y elementos de protección personal

Antes de realizar las tareas se deberán contar con capacitaciones y para realizarlas las tareas se deberá contar con elementos de Protección Personal (PP). En la Tabla 16 se observan las capacitaciones y elementos de PP para la tarea 1.

Tabla 16: Capacitaciones y elementos de PP necesarios para realizar la tarea 1.

Tarea	Capacitaciones	Equipos y elementos de PP
Tarea 1: diagnóstico	Principios de prevención de accidentes laborales; riesgos principales de la tarea; higiene en los ambientes laborales; carga térmica; contaminación ambiental; radiaciones.	Guantes; protección del pie; ropa adecuada a cada estación que proteja todo el cuerpo.

6.2.4. Estudio de Impacto Ambiental para la clausura definitiva:

6.2.4.1. Listado de actividades del proyecto

Para completar la remediación del ex basurero se realizarán las siguientes actividades durante la etapa de clausura y post clausura:

1. Limpieza de residuos
2. Movimiento y aplicación de capa intermedia
3. Transporte y aplicación de capa superior
4. Operación de maquinaria
5. Técnicas de bioingeniería en taludes
6. Revegetación con nativas y exóticas
7. Reparación de tubos de venteo
8. Aplicación de Normas de Seguridad e Higiene Laboral
9. Mantenimiento de: coberturas (sustrato y vegetación), sistemas de drenajes, pendiente de los taludes, y de accesos y caminos.
10. Transformación y utilización del ex basurero luego de 30 años posterior a su clausura.

6.2.4.2. Matriz de identificación de impactos

La valorización de impactos se encuentra en el Anexo III (Tablas 1 a 7). Los valores finales para cada impacto oscilan entre 0 y 10, tomando valores positivos o negativos, y se muestran en la matriz de evaluación de impacto ambiental (Figura 17).

Tabla 17: Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental

		Limpieza	Remediación del sustrato			Rehabilitación		Reparaciones	Post- clausura			Impactos	
Factores Ambientales		Limpieza de residuos	Colocación de capa intermedia	Colocación de capa superior	Operación de maquinaria	Bioingeniería en taludes	Revegetación	Tubos de venteo	Mantenimiento de cobertura	Mantenimiento de vegetación	Transformación y utilización	Negativo	Positivo
Aire	Emisiones gaseosas y olores	0	0	-2,8		0	6,2	3,7	0	6,5	0	1	3
	Material particulado	0	-4,3	-3,4	-3,7	0	0	0	0	0	0	3	0
	Ruido	-2	-4,3	-4,3	-5,8	0	0	0	-2,3	-2,3		6	0
Medio físico	Calidad de sustrato	2,3	8,2	8,2	-3,4	6	7,7	0	8	7,2	6,7	1	8
	Erosión de sustrato	0	0	0	-2	0	6,2	0	8	9	0	1	3
	Morfología y topografía	0	5,8	0	0	5,3	0	0	0	0	0	0	2
	Estabilidad de sustrato	0	6,2	6,2	-3,4	7,1	7,7	0	0	0	0	1	4
Agua	Calidad del agua superficial	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Calidad del agua subterránea	0	5,4	2,6	0	4,5	7,2	0	9	9	0	0	5
	Escurrimiento superficial	2,9	7,7	6,2	-2,8	7,1	7,7	0	8	8	0	1	7
Paisaje	Integración con el paisaje circundante	2,9	0	0	-3,4	7,1	8,7	0	3,7	9	9	1	6
Medio biológico	Flora	Cobertura vegetal	0	2,9	-2,8	6,1	7,7	0	5,5	8	9	1	6
		Biodiversidad	0	0	2	-2	5	7,7	0	4,1	8	9	1
	Fauna	Modificaciones de hábitats	0	0	0	-2,9	0	0	0	0	0	0	1
Medio antrópico	Social	Salud	0	0	0	0	0	4,4	0	0	0	0	1
		Calidad de vida	2	0	0	-2,0	0	8,7	0	0	9	9	1
	Económico	Seguridad e higiene de los trabajadores	4,6	4,6	6,4	6,1	0	0	4,6	5,2	6,5	8	0
Económico	Valor de propiedad	0	0	0	0	0	8,7	0	0	8,7	8,7	0	3

6.2.4.3. Análisis y descripción de los principales impactos

En la Evaluación Impacto Ambiental se identificaron 86 impactos, donde 66 son positivos y 20 son negativos. La valorización de los impactos negativos muestra que no se alcanzan valores de impactos muy altos (de 6 a 10), y el valor máximo negativo es de 5,8 puntos. Se identificó que la actividad que mayor impacto negativo genera, es la operación de maquinaria y el factor ambiental más afectado es el aire. A continuación se describen los principales impactos del proyecto:

Aumento de emisiones gaseosas y olores:

La aplicación de compost Clase C y compost Clase A, puede generar una cantidad baja de olores por poco tiempo y por acción del viento se pueden dispersar en las inmediaciones del Centro Ambiental. Las medidas de prevención para el personal son el uso de mascarillas respiratorias y la vestimenta de seguridad (ver mapa de riesgo, Tarea 6, Anexo II).

Material particulado:

El aumento de material particulado por la acción de la maquinaria, al realizar movimientos de la capa intermedia de sustrato y capa superior de compost, puede afectar a los trabajadores y personal que desarrolla tareas en una extensión cercana al área de trabajo. Las medidas de control son realizar los trabajos con maquinaria de cabinas cerradas y sistemas de filtración de aire. El personal que esté trabajando en el campo deberá contar con mascarillas y vestimenta de seguridad cuando se den estas condiciones. Se recomienda realizar esta tarea durante días con poco viento y húmedos (ver mapa de riesgo, Tarea 3, Anexo II).

Ruido:

El aumento de los niveles sonoros producidos por la maquinaria al mover contenedores, transportar y distribuir la capa intermedia y capa superior de compost, puede afectar a los trabajadores que se encuentren realizando estas tareas o tareas en proximidades a éstas. Las medidas de control son el uso de protectores auditivos, para los operadores de maquinaria y los trabajadores que se encuentren en el campo próximos a las máquinas.

Durante la post clausura, si se realizan tareas con maquinaria de alto nivel sonoro, se deberán mitigar los efectos a través del uso de protectores auditivos personales (ver mapa de riesgo, Tarea 3, Anexo II).

Calidad del agua superficial:

La calidad del agua se puede ver afectada puntual y temporalmente por la aplicación del compost Clase C. Esto se debe a que el compost puede contener patógenos, que pueden escurrir por el agua superficial.

Impactos negativos producidos por movimiento de maquinaria:

Si bien la maquinaria tiene efectos sobre muchos factores ambientales, la misma es necesaria para llevar a cabo las tareas de remediación del sustrato. Se resalta que los efectos son puntuales y una vez terminada la tarea, se concluirá el impacto negativo. Por esta razón no es necesario llevar a cabo medidas de control sobre esta actividad.

6.3. Cronograma

El cronograma para llevar a cabo la rehabilitación del ex basurero se planifica para dos años con las siguientes actividades (Tabla 18).

Tabla 18: Cronograma de actividades del trabajo de rehabilitación del ex basurero.

Actividad	Año 1				Año 2			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Limpieza de residuos	X							
Colocación de capa intermedia	X							
Colocación de capa superior de compost	X							
Colocación de malla orgánica		X						
Siembra de especies		X						
Plantación de especies nativas				X				
Monitoreo y mantenimiento de coberturas y vegetación		X	X	X	X	X	X	X
Coordinación, supervisión y manejo adaptativo	X	X	X	X	X	X	X	X

6.4. Presupuesto para la rehabilitación

El valor total del trabajo de rehabilitación del ex basurero según las actividades planificadas para los primeros dos años de trabajo es de 10.312.800,00 pesos argentinos ó 270.677,17 dólares (Tabla 19).

Tabla 19: Presupuesto del trabajo de rehabilitación del ex basurero.

Actividad	Cantidad	Valor Unitario (\$ARS)	Subtotal (\$ARS)	Subtotal (U\$S) ⁽⁶⁾
<u>Cursos</u>				
Profesional encargado de cursos ⁽¹⁾	5 cursos de 4h	3500\$/curso	17500,00	459,32
<u>Limpieza de residuos</u>				
Contratación de volquetes ⁽²⁾	15 unidades	1500\$/unidad	22500,00	590,55
Mano de obra ⁽³⁾	8 h	300\$/h persona	2400,00	62,99
<u>Colocación de capas de cobertura final</u>				
Transporte del capa intermedia (camión de 5 m ³) ⁽⁴⁾	1492 viajes	1200\$/viaje	1790400,00	46992,13
Aplicación de capa intermedia (pala retroexcavadora) ⁽²⁾	30 días (de 8 h)	1500\$/h	360000,00	9448,82
Compra del compost Clase A ⁽⁵⁾	4000 m ³	1200\$/m ³	4800000,00	125984,25
Transporte del compost Clase C (camión de 5 m ³) ⁽⁴⁾	1600 viajes	1200\$/viaje	1920000,00	50393,70
Aplicación del compost (pala retroexcavadora) ⁽²⁾	15 días (de 8 h)	1500\$/h	180000,00	4724,41
Compra de malla orgánica ⁽⁵⁾	2500 m ²	11,40\$/m ²	28500,00	748,03
Piqueta de anclaje de acero ⁽⁶⁾	2500 U	1,80\$/U	4500,00	118,11
Aplicación de malla orgánica de coco (Mano de obra)	120 h	300\$/h persona	36000,00	944,88
<u>Plantación de vegetación</u>				

Actividad	Cantidad	Valor Unitario (\$ARS)	Subtotal (\$ARS)	Subtotal (U\$S)⁽⁸⁾
Semillas de <i>Festuca arundinacea</i> y <i>Avena sativa</i>	2000 kg	175\$/kg	350000,00	9186,35
Siembra de semillas	112 h (7 días, 2 personas)	300\$/h persona	33600,00	881,89
Recolección de semillas	32 h (8 h, 4 personas)	300\$/h persona	9600,00	251,97
Plantines Vivero UNRN	15000	10\$/plantín	150000,00	3937,01
Flete plantines	9 viajes	600\$/viaje	5400,00	141,73
Plantación	840 h (7 días, 15 personas)	300\$/h persona	252000,00	6614,17
Mantenimiento de vegetación	64 h (4 veces al año, 2 años)	300\$/h persona	19200,00	503,94
<u>Mantenimiento del sustrato</u>				
Mano de obra	64 h (4 veces al año, 2 años)	300\$/h persona	19200,00	503,94
<u>Coordinación y supervisión</u>				
Profesional del ambiente ⁽⁷⁾	100 días	3120\$/día	312000,00	8188,98
TOTAL			\$10.312.800,00	U\$S270.677,17

(1) Santiago Di Giovanni, comunicación personal. Cursos de: principios de prevención de accidentes laborales, prevención de incendios, higiene en los ambientes laborales, carga térmica, ruidos y vibraciones, riesgos biológicos.

(2) Claudio Vivanco, comunicación personal.

(3) Hora de trabajador monotributista en construcción.

(4) Transporte Alonso S.C. de Bariloche.

(5) Mauro Ferrarese, comunicación personal.

(6) Mercado Libre Argentina

(7) Consejo Profesional de Ingeniería Mecánica y Electricista (COPIME, 2018). Comisión de Ingeniería Ambiental. Ejercicio Profesional: Honorarios Mínimos Sugeridos.

(8) 1 U\$S = 38,1\$ARS (Cotización del Banco Central de la República Argentina del 3 de Octubre).

7. Conclusiones

El ex basurero de la ciudad de S.C. de Bariloche necesita ser intervenido de inmediato.

El sustrato que se aplicó en el año 2015 tras su clausura, se erosionó y en su condición actual no brinda un sustento adecuado para la vegetación. Se observan sectores de la clausura, sin sustrato y con la geomanta protectora expuesta.

Las especies que actualmente están colonizando el sitio, además de brindar baja cobertura son principalmente especies herbáceas exóticas. También se registraron algunas especies nativas colonizando el área, indicando su presencia que son apropiadas para reintroducir en el sitio a fin de aumentar su densidad y/o cobertura.

El estudio de la vegetación del ecosistema de referencia, también brindó una lista mayor de especies nativas que se podrían utilizar y que estaban presentes en el área antes de la creación de la cantera que dio origen al sitio del ex basurero.

Se documentó la presencia de residuos que obstruyen las canaletas de evacuación del agua superficial, principalmente en el del sector Oeste, las cuales deberían estar limpias y libres de obstrucciones hasta que se cumpla el período de post clausura.

Se observaron surcos en toda la superficie, producto de la erosión hídrica, que deben ser eliminadas antes de implantar la vegetación.

El talud del sector Oeste registró la mayor pendiente, los surcos más profundas y mayor pérdida de sustrato, siendo necesario implementar acciones de bioingeniería.

Los estudios realizados en el sustrato del ex basurero y en el suelo del ecosistema de referencia, muestran diferencias, especialmente en la infiltración y el porcentaje de materia orgánica, siendo necesario recrear un nuevo sustrato que tenga una estructura y composición adecuada para el desarrollo de la vegetación.

Según los sectores, será necesario recomponer la capa intermedia de infiltración y la capa superior de sustrato apto para el sustento de la vegetación. Se propone que esta última este compuesta por compost de biosólidos Clase C y Clase A.

Usar compost producido con barros cloacales deshidratados extraídos de la planta depuradora de líquidos cloacales de la ciudad de San Carlos de Bariloche para rehabilitar el ex basurero, permitiría recuperar un pasivo ambiental con un compost que constituye a su vez otro pasivo ambiental por su patogenicidad potencial, uniendo tanto los residuos sólidos como líquidos.

Es importante considerar que el conjunto de actividades que componen la clausura presentan riesgos asociados, por lo que se deben considerar los mapas de riesgos elaborados. Asimismo, las actividades generan un impacto sobre el ambiente, que se evaluó a través de un estudio de impacto ambiental, demostrando que los impactos principales son positivos.

El costo de la primera etapa de la clausura definitiva es de 10.312.800 pesos (270.677 dólares).

En el período de post clausura será necesario seguir realizando monitoreos y controles continuos con manejos adaptativos centrados en el aprendizaje y el mejoramiento de las acciones tomadas.

Finalmente se concluye que el diagnóstico de la situación actual de la cobertura final del ex basurero realizado en este trabajo final integrador, brinda información muy importante para avanzar en la mejora de las condiciones de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en la ciudad y particularmente para llevar a cabo una rehabilitación exitosa del sitio y así recomponer el daño ambiental generado.

8. Recomendaciones

- Se recomienda que las acciones ingenieriles para el cierre definitivo sean tomadas de manera inmediata para evitar mayor pérdida de sustrato, riesgos y costos.
- De no implementarse a corto plazo acciones tendientes a la consolidación definitiva de la cobertura final del ex basurero, deberán realizarse nuevamente estudios de base como los que se presentan en este TFI, a modo de conocer el estado del sustrato antes de la recuperación.
- Recomponer cobertura final de sustrato en donde se observa expuesta la geomanta protectora.
- Fijar el sustrato de los taludes con técnicas de bioingeniería adecuadas para el sitio.
- Realizar la recomposición del sustrato con el espesor adecuado en toda la superficie del ex basurero, así como la plantación y/o siembra en un corto plazo de tiempo.
- No intervenir con maquinaria pesada.
- Revegetar principalmente con especies perenne de hierbas, gramíneas, arbustos o subarbustos que no presenten raíces pivotantes.
- Incluir entre las especies nativas, alguna especie que sea fitorremediadora.
- Eliminar las especies colonizadoras exóticas que presenten con raíz pivotante.
- Realizar la reparación de tubos de venteo para evitar el ingreso de agua de lluvia.
- Limpiar y mantener limpias las canaletas de evacuación de aguas superficiales.
- Mantener un monitoreo y control riguroso, tomando medidas con manejo adaptativo.
- Incluir o dar prioridad a la rehabilitación del ex basurero en la agenda municipal.
- Considerar todos los riesgos laborales asociados al trabajo de rehabilitación.

9. Anexos

ANEXO I: Composición de la vegetación en el área de referencia y ex basurero

Tabla 1: Composición de la vegetación: nombre científico, nombre vulgar, familia botánica, forma de vida y ciclo de vida, origen biogeográfico, cobertura (%) en el área de referencia (AR), sector plano (SP), sector Norte (SN), sector Sur (SS), sector Este (SE) y sector Oeste (SO). La nomenclatura de Zuloaga et al., 2008.

Nombre científico	Nombre vulgar	Familia Botánica	Forma de vida y ciclo de vida	Origen	AR	SP	SN	SS	SE	SO
<i>Acaena pinnatifida</i>	Pimpinela	Rosaceae	Hierba perenne	Nativa*	0,38					
<i>Acaena splendens</i>	Cepa caballo	Rosaceae	Arbusto perenne	Nativa	6,75				0,03	0,13
<i>Adesmia boronoides</i>	Paramela	Fabaceae	Arbusto perenne	Nativa*				0,13		
<i>Agrostis capillaris</i>	Pasto quila	Poaceae	Hierba perenne	Exótica	0,83					
<i>Alstroemeria aurea</i>	Amancay	Alstroemeriaceae	Hierba perenne	Nativa*	4,85					
<i>Anemone multifida</i>	Anemona	Ranunculaceae	Hierba perenne	Nativa	6,18					
<i>Aristolelia chilensis</i>	Maqui	Elaeocarpaceae	Árbol o arbusto Perenne	Nativa*	0,13					
<i>Baccharis magellanica</i>	Mosaiquillo	Asteraceae	Arbusto perenne	Nativa*	15,13					
<i>Berberis microphylla</i>	Calafate	Berberidaceae	Arbusto perenne	Nativa*	6,78					
<i>Brassica nigra</i>	Mostaza negra	Brassicaceae	Hierba anual	Exótica		47,88	8,25	18,00	23,43	6,33
<i>Brassica rapa</i>	Nabo silvestre	Brassicaceae	Hierba Anual o Bianual	Exótica					0,03	
<i>Carduus thoermeri</i>	Cardo de caballo	Asteraceae	Hierba anual	Exótica	1,03					
<i>Cerastium arvense</i>	Cerastio	Caryophyllaceae	Hierba perenne	Exótica				0,03		
<i>Chenopodium album</i>	Quinoa blanca	chenopodiaceae	Hierba anual	Exótica		8,75	0,05	5,28	0,43	
<i>Chloraea alpina</i>		Orchideaceae	Hierba perenne	Nativa*	2,00					
<i>Cytisus scoparius</i>	Retama	Fabaceae	Arbusto perenne	Exótica	0,75	0,03		0,75	3,40	
<i>Diostea juncea</i>	Retamo	Verbenaceae	Arbusto perenne	Nativo	4,38					
<i>Discaria chacaye</i>	Chacay	Rhamnaceae	Arbusto o árbol, perenne	Nativa*	12,25					
<i>Fabiana imbricata</i>	Palo piche	Solanaceae	Arbusto perenne	Nativa*	6,83	2,53	0,25		0,03	2,78
<i>Festuca pallescens</i>	Coirón dulce	Poaceae	Hierba perenne	Nativa*	0,03					
<i>Geranium magellanicum</i>		Geraniaceae	Hierba perenne	Nativa*	0,30				0,03	0,18
<i>Haplopappus glutinosus</i>	Buchú	Asteraceae	Arbusto Perenne	Nativa*	1,88					
<i>Hypericum perforatum</i>	Hipérico	Hypericaceae	Hierba perenne	Exótica	2,78					
<i>Hypochaeris radicata</i>	Roseta	Asteraceae	Hierba perenne	Exótica	0,13					
<i>Lomatia hirsuta</i>	Radal	Proteaceae	Árbol perenne	Nativa	0,75					

Nombre científico	Nombre vulgar	Familia Botánica	Forma de vida y ciclo de vida	Origen	AR	SP	SN	SS	SE	SO
<i>Matricaria inodora</i>	Manzanilla	Asteraceae	Hierba anual	Exótica	3,25					
<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	Celastraceae	Arbol perenne	Nativa	0,10					
<i>Maytenus chubutensis</i>	Chaurilla	Celastraceae	Árbol o arbusto, perenne	Nativa*	1,90					
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>		Polygonaceae	Arbusto perenne	Nativa*		3,90		0,03		0,90
<i>Mutisia decurrens</i>	Virreina	Asteraceae	Subarbusto perenne	Nativa*						0,03
<i>Nothofagus antarctica</i>	Ñire	Nothofagaceae	Árbol perenne	Nativa*	15,40					
<i>Ochetophila trinervis</i>	Chacay	Rhamnaceae	Arbusto o árbol , perenne	Nativa*	0,88					
<i>Oenothera odorata</i>	Dondiego de la noche	Onagraceae	Hierba anual	Nativa*	2,00					
<i>Oxalis valdiviensis</i>	Culle	Oxalidaceae	Hierba perenne	Nativa*	0,05		0,13			0,13
<i>Phacelia secunda</i>		Hydrophyllaceae	Hierba o subarbusto, perenne	Nativa			0,75			
<i>Pinus contorta</i>	Pino murrayana	Pinaceae	Árbol perenne	Exótica						0,03
<i>Plantago lanceolata</i>	Llantén,siete venas	Plantaginaceae	Hierba perenne	Exótica	0,53					
<i>Poa angustifolia</i>		Poaceae	Hierba anual	Exótica	2,38					
<i>Polygonum aviculare</i>	Sanguinaria	Polygonaceae	Hierba Anual o Bianaual	Exótica		2,75		0,03	3,13	
<i>Potentilla chilensis</i>	Frutilla silvestre	Rosaceae	Hierba perenne	Nativa	0,28					
<i>Quinchamalium chilense</i>	Quinchamali	Schoepfiaceae	Hierba Perenne	Nativa	1,65					
<i>Ribes magellanicum</i>	Parrilla	Grossulariaceae	Arbusto perenne	Nativa*	0,13					
<i>Rosa rubiginosa</i>	Rosa mosqueta	Rosaceae	Arbusto perenne	Exótica	0,15					
<i>Rumex acetosella</i>	Acedera	Polygonaceae	Hierba perenne	Exótica	0,08	1,65				
<i>Schinus patagonicus</i>	Laura	Anacardiaceae	Árbol o arbolito, perenne	Nativa*	2,00					
<i>Sisyrinchium arenarium</i>		Iridaceae	Hierba perenne	Nativa*	1,65	0,28				0,03
<i>Solidago chilensis</i>	Vara de oro	Asteraceae	Hierba perenne	Nativa	4,15					
<i>Trifolium pratense</i>	Trébol rojo	Fabaceae	Hierba perenne	Exótica	1,63					
<i>Valeriana carnososa</i>	Ñanculahuen	Valerianaceae	Hierba perenne	Nativa*	0,03					

*Endémicas

ANEXO II: Mapa de riesgo para las actividades de la clausura y post clausura.

Tarea 2: Limpieza de residuos.

Descripción de la tarea: remoción de los residuos depositados en la canaleta de evacuación de aguas superficiales y en la cobertura final del ex basurero.

Análisis de riesgo: los principales resultados son que se identificaron siete riesgos tolerables (golpes y cortes durante la recolección de residuos, exposición al ruido, inhalación de polvo, sobreesfuerzos, ataques de seres vivos, insolación y/o frío), dos riesgos moderados (caídas al mismo nivel e inhalación de gases), y un riesgo importante (deshidratación). La evaluación de riesgo y las medidas preventivas para la tarea de reparación de limpieza de residuos se encuentran en la Tabla 3.

El mapa de riesgo para la tarea 2 se observa a continuación en la Figura 1:





 Prohibido fumar	 Entrada prohibida a personas no autorizadas	 Baja temperatura
 Riesgo de tropezar	 Cuidado con el perro	 Protección obligatoria del oído
 Protección obligatoria de las vías respiratorias	 Protección obligatoria de los pies	 Protección obligatoria de manos

Figura 1: mapa de riesgo para la tarea 2: limpieza de residuos. En la figura se muestra en verde la cobertura final del ex basurero, sobre una imagen satelital. Los símbolos en azul son de obligatoriedad, en amarillo son símbolos de precaución o advertencia y en rojo prohibiciones. Fuente: elaboración propia.

Tarea 3: Uso de maquinaria.

Descripción de la tarea: manejo de maquinaria para el transporte y distribución de la capa intermedia y de la capa superior de compost, el transporte, colocación y retiro de contenedores de obra.

Evaluación del riesgo: los principales resultados son que se identificaron dos riesgos tolerables (caída al subir o bajar del camión, y golpes y cortes), cuatro riesgos moderados (caída de objetos al cargar o circular, choques con otros vehículos, inhalación de polvo y radiación UV), y cinco riesgos importantes (caída de la carga sobre trabajadores, golpes con la pluma, ganchos o carga, desplome de la carga, atropello de trabajadores, vuelco o hundimiento del camión). La evaluación de riesgo y las medidas preventivas para la aplicación de cobertura de capa intermedia se encuentran en la Tabla 4.

El mapa de riesgo para la tarea 3 se observa a continuación en la Figura 2:

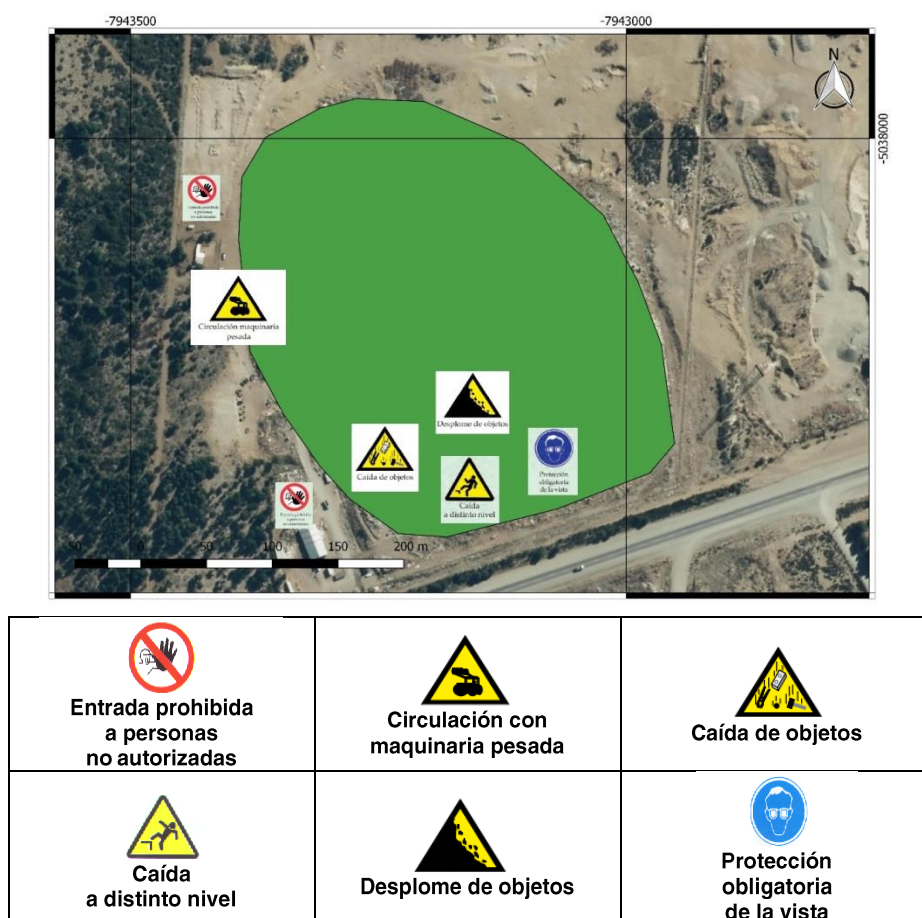


Figura 2: mapa de riesgo para la tarea 3: uso de maquinaria. En la figura se muestra en verde la cobertura final del ex basurero, sobre una imagen satelital. Los símbolos en azul son de obligatoriedad, en amarillo son símbolos de precaución o advertencia y en rojo prohibiciones. Fuente: elaboración propia.

Tarea 4: Señalización durante la ejecución de la obra.

Descripción de la tarea: colocación de indicaciones y protecciones viales y de seguridad, en la entrada al sitio en remediación. Esta tarea afecta al personal que trabajará en la obra y para los que son afectados por el desarrollo de los trabajos.

Evaluación del riesgo: los principales resultados son que se identificaron cuatro riesgos tolerables (exposición al ruido, golpes y cortes, insolación y/o frío), tres riesgos moderados

(caídas al mismo nivel y a distinto nivel, sobreesfuerzos y proyección de fragmentos), y dos riesgos importantes (atropello de trabajadores y deshidratación). La evaluación de riesgo y las medidas preventivas para la tarea de señalización se encuentran en la Tabla 5.

El mapa de riesgo para la tarea 4 se observa a continuación en la Figura 3:



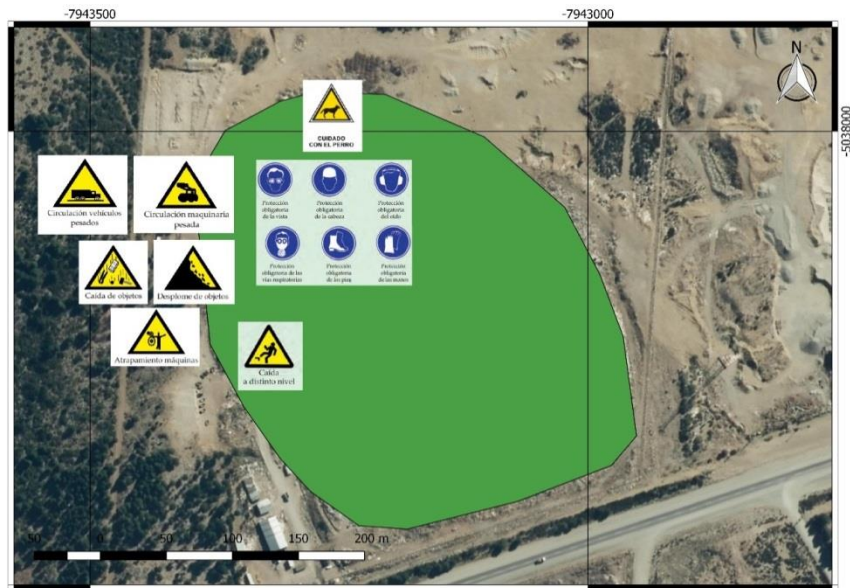
Figura 3: mapa de riesgo para la tarea 4: señalización. En la figura se muestra en verde la cobertura final del ex basurero, sobre una imagen satelital. Los símbolos en azul son de obligatoriedad y en amarillo son símbolos de precaución o advertencia. Fuente: elaboración propia.

Tarea 5: Cobertura con capa intermedia.

Descripción de la tarea: transporte, acopio y extendido de la capa intermedia de sustrato sobre el área a remediar.

Evaluación del riesgo: los principales resultados de la evaluación son que se identificaron cinco riesgos tolerables (ataques de seres vivos, exposición a ruido, inhalación de polvo, insolación y/o frío), cuatro riesgos tolerables (caídas a distinto nivel, atrapamiento, corrimientos de tierras y riesgos por causas naturales: vientos, tormentas, incendios), y cuatro riesgos importantes (caída del tierra sobre la máquina, atropello por máquina o camión, inhalación de gases y deshidratación). La evaluación de riesgo y las medidas preventivas para la aplicación de cobertura de capa intermedia se encuentran en la Tabla 6.

El mapa de riesgo para la tarea 5 se observa a continuación en la Figura 4:



Circulación vehículos pesados	Circulación con maquinaria pesada	Caída de objetos
Desplome de objetos	Atrapamiento máquinas	Cuidado con el perro
Caída a distinto nivel	Protección obligatoria de las vías respiratorias	Protección obligatoria de la cabeza
Protección obligatoria del oído	Protección obligatoria de la vista	Protección obligatoria de los pies
Protección obligatoria de manos		

Figura 4: mapa de riesgo para la tarea 5: cobertura con capa intermedia. En la figura se muestra en verde la cobertura final del ex basurero, sobre una imagen satelital. Los símbolos en azul son de obligatoriedad y en amarillo son símbolos de precaución o advertencia. Fuente: elaboración propia.

Tarea 6: Cobertura con compost clase C.

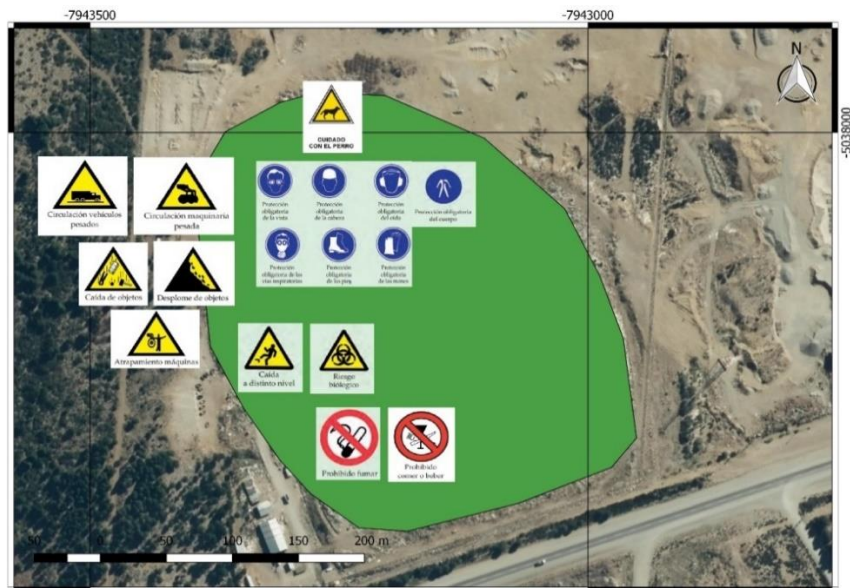
Descripción de la tarea: distribución del compost clase C en la cobertura final del ex basurero.

Evaluación del riesgo: los principales resultados son que se identificaron cinco riesgos tolerables (ataques de seres vivos, exposición a ruido, inhalación de partículas, insolación y frío), cuatro riesgos moderados (caídas a distinto nivel, atrapamiento, corrimientos de tierras, riesgos por causas naturales: vientos, tormentas, incendios), cuatro riesgos importantes (caída de la capa intermedia sobre la máquina, atropello por máquina o camión, inhalación de gases y deshidratación), y un riesgo intolerable (Patógenos en compost: *Aspergillus fumigatus*,

salmonella, helmitos y bioaerosoles). La evaluación de riesgo y las medidas preventivas para la cobertura con compost clase C se encuentran en la Tabla 7.

Para el control del riesgo intolerable se realizarán vacunaciones necesarias y exámenes médicos a los trabajadores antes y después de realizar los trabajos. Siempre trabajarán con mameluco descartable tipo tyvek, guantes de nitrilo reforzados, gafas de protección y mascarillas para respirar. No se deberá beber ni comer durante el trabajo y una vez finalizado el trabajo se lavarán las manos con detergente bactericida.

El mapa de riesgo para la tarea 6 se observa a continuación en la Figura 5:



Prohibido fumar	Prohibido comer y beber	Riesgo biológico
Circulación vehículos pesados	Circulación maquinaria pesada	Caída de objetos
Desplome de objetos	Atrapamiento máquinas	Cuidado con el perro
Caída a distinto nivel	Protección obligatoria de las vías respiratorias	Protección obligatoria de la cabeza
Protección obligatoria del oído	Protección obligatoria de la vista	Protección obligatoria de los pies
Protección obligatoria de manos	Protección obligatoria del cuerpo	

Figura 5: mapa de riesgo para la tarea 6: cobertura con compost. En la figura se muestra en verde la cobertura final del ex basurero, sobre una imagen satelital. Los símbolos en azul son de obligatoriedad, en amarillo son símbolos de precaución o advertencia y en rojo prohibiciones. Fuente: elaboración propia.

Tarea 7: Colocación de malla (bioingeniería).

Descripción de la tarea: estabilizar y controlar la erosión de los taludes mediante la colocación de una malla que proporcione resistencia al terreno frente a procesos erosivos.

Evaluación del riesgo: los principales resultados son que se identificaron cuatro riesgos tolerables (contactos térmicos, exposición al ruido, insolación y/o frío), tres riesgos moderados (choques con otros vehículos, caídas a distinto nivel y caída de materiales, y objetos desprendidos), dos riesgos importantes (atropello de trabajadores y deshidratación), y dos riesgos intolerables (golpes con partes móviles de la maquinaria y golpes, cortes y proyecciones durante el grapado de la manta). La evaluación de riesgo y las medidas preventivas para la colocación de la malla se encuentran en la Tabla 8.

El mapa de riesgo para la tarea 7 se observa a continuación en la Figura 6:

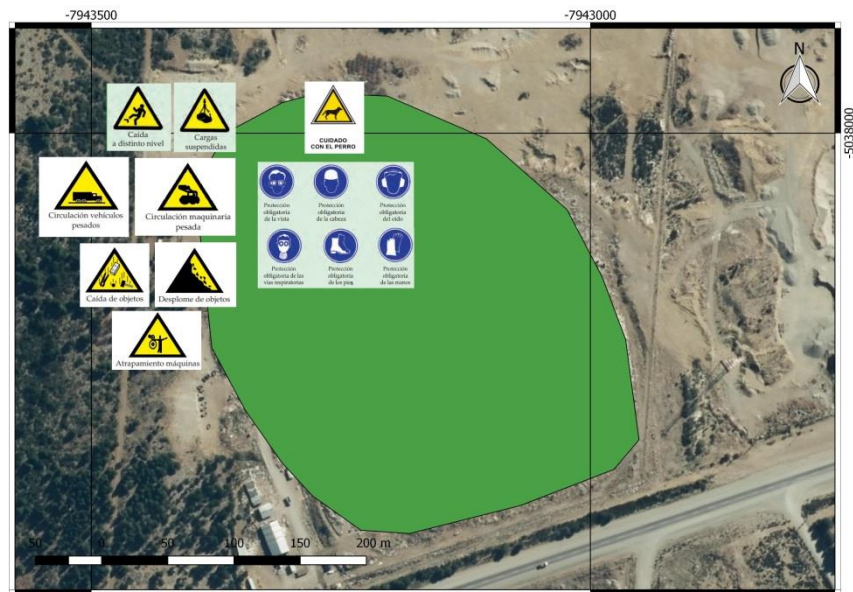


Figura 6: mapa de riesgo para la tarea 7: colocación de malla. En la figura se muestra en verde la cobertura final del ex basurero, sobre una imagen satelital. Los símbolos en azul son de obligatoriedad y en amarillo son símbolos de precaución o advertencia. Fuente: elaboración propia.

Tarea 8: Plantación de vegetación.

Descripción de la tarea: estabilización y control de la erosión de la cobertura final degradada, mediante la revegetación de especies herbáceas y arbustivas, que proporcionan resistencia al terreno frente a procesos erosivos y recuperan a la vez la calidad del suelo y el paisaje.

Evaluación del riesgo: los principales resultados son que se identificaron cinco riesgos tolerables (exposición al ruido, golpes y cortes, ataques de seres vivos, insolación y/o frío), tres riesgos moderados (caídas al mismo nivel, golpes con materiales desprendidos y sobreesfuerzos), y dos riesgos importantes (golpes con la maquinaria de obra y deshidratación). La evaluación de riesgo y las medidas preventivas para la tarea de plantación de vegetación se encuentran en la Tabla 9.

El mapa de riesgo para la tarea 8 se observa a continuación en la Figura 7:



Circulación con maquinaria pesada	Cuidado con el perro	Caída a distinto nivel
Riesgo de tropezar	Protección obligatoria de los pies	Protección obligatoria del oído
Protección obligatoria de las vías respiratorias	Protección obligatoria de manos	Protección obligatoria de la vista
Protección obligatoria de la cabeza		

Figura 7: mapa de riesgo para la tarea 8: plantación de vegetación. En la figura se muestra en verde la cobertura final del ex basurero, sobre una imagen satelital. Los símbolos en azul son de obligatoriedad y en amarillo son símbolos de precaución o advertencia. Fuente: elaboración propia.

Tarea 9: Reparación de tubos de venteo.

Descripción de la tarea: reparación del caño de PVC y la colocación de sombreros de ventilación de gases.

Evaluación del riesgo: los principales resultados son que se identificaron cinco riesgos tolerables (exposición al ruido, golpes y cortes, ataques de seres vivos, insolación y/o frío), dos riesgos moderados (caídas al mismo nivel y sobreesfuerzos), un riesgo importante (deshidratación), y dos riesgos intolerables (inhalación de gases y explosión o incendio). La evaluación de riesgo y las medidas preventivas para la tarea de reparación de tubos de venteo se encuentran en la Tabla 10.

El mapa de riesgo para la tarea 9 se observa a continuación en la Figura 8:



Prohibido fumar y encender fuego	Circulación con maquinaria pesada	Cuidado con el perro
Caída a distinto nivel	Riesgo de tropezar	Materiales inflamables
Materiales explosivos	Protección obligatoria de los pies	Protección obligatoria del oído
Protección obligatoria de las vías respiratorias	Protección obligatoria de las manos	Protección obligatoria de la vista
Protección obligatoria de la cabeza		

Figura 8: mapa de riesgo para la tarea 9: reparación de tubos de venteo. En la figura se muestra en verde la cobertura final del ex basurero, sobre una imagen satelital. Los símbolos en azul son de obligatoriedad, en amarillo son símbolos de precaución o advertencia y en rojo de prohibición. Fuente: elaboración propia.

Tarea 10: Mantenimiento del sustrato.

Descripción de la tarea: recorrido de la cobertura final y el reconocimiento de formas erosivas como cárcavas, surcos o presencia de material depositado. Una vez identificado su presencia se procederá a rellenar con capa intermedia y compost.

Evaluación del riesgo: los principales resultados son que se identificaron cuatro riesgos tolerables (ataques de seres vivos, golpes y cortes, insolación y/o frío), dos riesgos moderados (caídas al mismo nivel y sobreesfuerzo), dos riesgos importantes (inhalación de gases y deshidratación), y un riesgo intolerable (patógenos en compost: *Aspergillus fumigatus*,

salmonella, helmitos y bioaerosoles).La evaluación de riesgo y las medidas preventivas para la tarea de reparación de tubos de venteo se encuentran en la Tabla 11.

El mapa de riesgo para la tarea 10 se observa a continuación en la Figura 9:



Prohibido fumar	Prohibido comer o beber	Cuidado con el perro
Riesgo de tropezar	Riesgo biológico	Protección obligatoria de la vista
Protección obligatoria de la cabeza	Protección obligatoria del oído	Protección obligatoria del cuerpo
Protección obligatoria de las vías respiratorias	Protección obligatoria de los pies	Protección obligatoria de manos

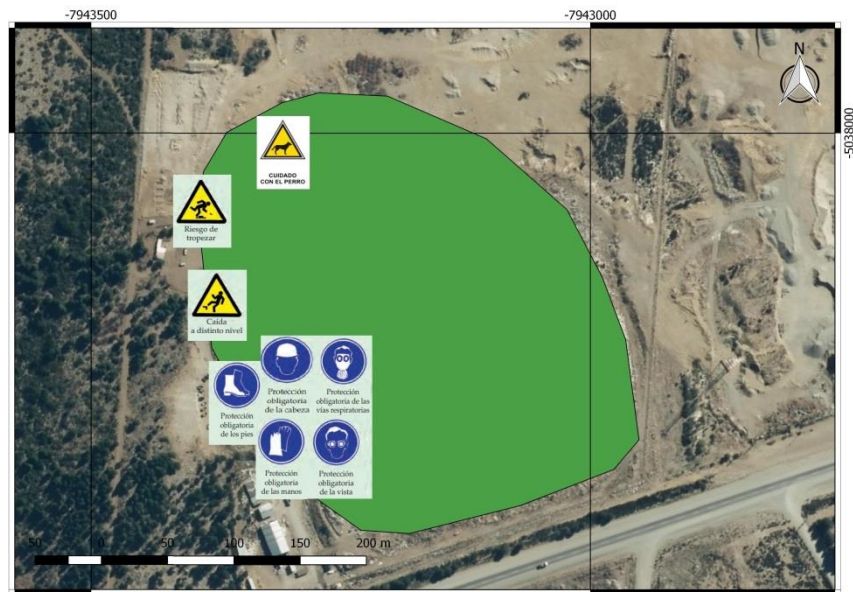
Figura 9: mapa de riesgo para la tarea 10: mantenimiento del sustrato. En la figura se muestra en verde la cobertura final del ex basurero, sobre una imagen satelital. Los símbolos en azul son de obligatoriedad, en amarillo son símbolos de precaución o advertencia y en rojo de prohibición. Fuente: elaboración propia.

Tarea 11: Mantenimiento de vegetación:

Descripción de la tarea: recorrido de la cobertura final y el reconocimiento de vegetación muerta y zonas sin vegetación. Una vez identificados, se procederá a replantar la vegetación.

Evaluación del riesgo: los principales resultados son que se identificaron cuatro riesgos tolerables (ataques de seres vivos, golpes y cortes, insolación y/o frío), y dos riesgos moderados (caídas al mismo nivel y sobreesfuerzos), dos riesgos importantes (inhalación de gases y deshidratación). La evaluación de riesgo y las medidas preventivas para la tarea de mantenimiento de se encuentran en la Tabla 12.

El mapa de riesgo para la tarea 10 se observa a continuación en la Figura 10:



Cuidado con el perro	Riesgo de tropezar	Caída a distinto nivel
Protección obligatoria de los pies	Protección obligatoria de la cabeza	Protección obligatoria de las vías respiratorias
Protección obligatoria de manos	Protección obligatoria de la vista	

Figura 10: mapa de riesgo para la tarea 11: mantenimiento de vegetación. En la figura se muestra en verde la cobertura final del ex basurero, sobre una imagen satelital. Los símbolos en azul son de obligatoriedad y en amarillo son símbolos de precaución o advertencia. Fuente: elaboración propia.

Capacitaciones y elementos de protección personal:

Antes de realizar las tareas se deberán tomar ciertas capacitaciones y para realizarlas se deberá contar con elementos de PP. En la Tabla 1 se observan estas capacitaciones y elementos de PP.

Tabla 1: Capacitaciones y elementos de PP necesarios para realizar cada una de las tareas.

Tarea	Capacitaciones	Equipos y elementos de protección personal
Tarea 2: limpieza de residuos	Principios de prevención de accidentes laborales; riesgos principales de la tarea laboral; higiene en los ambientes laborales; carga térmica; contaminación ambiental; radiaciones; ruidos y vibraciones.	Ropa de trabajo; guantes; protección del pie; protectores auditivos.
Tarea 3: maquinaria	Licencia nacional habilitante para cargas generales; principios de prevención de accidentes laborales; prevención de incendios; ruido y vibraciones; uso adecuado de máquinas.	Protección del pie; ropa de trabajo; gafas integrales.
Tarea 4: señalización	Principios de prevención de accidentes laborales; riesgos principales de la tarea laboral; prevención de incendios; higiene en los ambientes laborales; carga térmica; radiaciones; ruidos y vibraciones.	Protección del pie; casco; gafas de protección; guantes; chaleco y pantalones de alta visibilidad.
Tarea 5: cobertura con capa intermedia	Principios de prevención de accidentes laborales; riesgos principales de la tarea laboral; prevención de incendios; higiene en los ambientes laborales; carga térmica; radiaciones; ruidos y vibraciones; licencia nacional habilitante para cargas generales; uso adecuado de máquinas.	Casco, guantes; protección del pie; fajas y cinturones; protectores auditivos; gafas protectoras; mascarillas filtrantes de partículas; chaleco de alta visibilidad.
Tarea 6: cobertura con compost clase C	Principios de prevención de accidentes laborales; riesgos principales de la tarea laboral; riesgos biológicos; prevención de incendios; higiene en los ambientes laborales; carga térmica; radiaciones; ruidos y vibraciones; licencia nacional habilitante para cargas generales; uso adecuado de máquinas.	Casco. protección del pie; mamelucos de plástico descartables tipo tyvek guantes de nitrilo reforzados; guantes de examinación descartables; gafas de protección; fajas y cinturones; protectores auditivos; mascarillas filtrantes de partículas; chaleco de alta visibilidad.

Tarea	Capacitaciones	Equipos y elementos de protección personal
Tarea 7: colocación de malla	Principios de prevención de accidentes laborales; riesgos principales de la tarea laboral; riesgos biológicos; prevención de incendios; higiene en los ambientes laborales; carga térmica; radiaciones; ruidos y vibraciones; licencia nacional habilitante para cargas generales; uso adecuado de máquinas y herramientas.	Casco; protección del pie; chaleco de alta visibilidad; protecciones auditivas; mascarilla de protección mecánica; máscaras de protección específica; gafas de protección; guantes anticorte.
Tarea 8: plantación de vegetación	Principios de prevención de accidentes laborales; riesgos principales de la tarea laboral; riesgos biológicos; prevención de incendios; higiene en los ambientes laborales; carga térmica; radiaciones; ruidos y vibraciones.	Casco; protección del pie; protecciones auditivas; mascarilla de protección mecánica; gafas de protección; guantes anticorte; ropa adecuada a cada estación que proteja todo el cuerpo.
Tarea 9: reparación de tubos de venteo	Principios de prevención de accidentes laborales; riesgos principales de la tarea laboral; prevención de incendios; higiene en los ambientes laborales; carga térmica; radiaciones; ruidos y vibraciones.	Casco; protección del pie; protecciones auditivas; mascarilla de protección mecánica; gafas de protección; guantes anticorte; ropa adecuada a cada estación que proteja todo el cuerpo.
Tarea 10: mantenimiento del sustrato	Principios de prevención de accidentes laborales; riesgos principales de la tarea laboral; higiene en los ambientes laborales; riesgos biológicos; carga térmica; contaminación ambiental; radiaciones.	Ropa de trabajo; guantes; protección del pie; gafas de protección; ropa adecuada a cada estación que proteja todo el cuerpo; mamelucos de plástico descartables tipo tyvek; guantes de nitrilo reforzados; guantes de examinación descartables.
Tarea 11: mantenimiento de vegetación	Principios de prevención de accidentes laborales; riesgos principales de la tarea laboral; higiene en los ambientes laborales; carga térmica; contaminación ambiental; radiaciones.	Casco; guantes; protección del pie; gafas de protección; ropa adecuada a cada estación que proteja todo el cuerpo.

Tabla 2: Matriz binaria de evaluación de riesgo para la tarea 1, diagnóstico y evaluación del estado actual del sustrato. El color verde corresponde a riesgos tolerables, el amarillo corresponde a riesgos moderados, el naranja corresponde a riesgos importantes y el rojo corresponde a riesgos intolerables. Fuente: elaboración propia.

Riesgos identificados	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo	Medidas preventivas
	B	M	A	L	D	ED		
Caídas al mismo nivel		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Conocimiento previo del terreno.
Ataques de seres vivos		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Conocer la presencia en la zona de perros y de los riesgos de su ataque. Evitar en lo posible el ataque y llevar guantes, ropa y calzado de seguridad.
Golpes y cortes con herramientas y maquinaria portátil		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar la herramienta adecuada a las tareas a realizar y utilizarlas correctamente. Utilizar guantes y protección del pie.
Sobreesfuerzos al transportar materiales, herramientas o maquinaria portátil.				X	X		MO	<ul style="list-style-type: none"> No cargar con más de 25 kg o solicitar ayuda de otras personas. Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. Separar los pies para proporcionar una postura estable. Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre. Realizar los levantamientos de forma espaciada.
Inhalación de gases		X				X	I	<ul style="list-style-type: none"> Llevar detector de gases (H2S, CO).
Carga térmica								
Insolación		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropas que permitan la transpiración. Proteger la cabeza y las partes más sensibles del cuerpo de la acción directa del sol. Establecer periodos de descanso en zonas sombreadas y ventiladas. Evitar en lo posible las exposiciones en las horas centrales del día.
Deshidratación				X	X		I	<ul style="list-style-type: none"> Hidratarse con bebidas que contengan sales y minerales. No beber alcohol ni bebidas excitantes.
Frío		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropa cálida y ropa de abrigo e impermeable. Proteger la cabeza, manos y pies.

Tabla 3: Matriz binaria de evaluación de riesgo para la tarea 2, limpieza de residuos. El color verde corresponde a riesgos tolerables, el amarillo corresponde a riesgos moderados, el naranja corresponde a riesgos importantes y el rojo corresponde a riesgos intolerables. Fuente: elaboración propia.

Riesgos identificados	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo	Medidas preventivas
	B	M	A	L	D	ED		
Caídas al mismo nivel		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Conocer previamente el terreno. Tomar accesos y recorridos más adecuados y libres de obstáculos.
Golpes y cortes durante la recolección de residuos		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar guantes de protección.
Exposición al ruido		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Evitar los trabajos junto a la maquinaria. Llevar protección para utilizarla en esas ocasiones.
Inhalación de polvo		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Evitar el trabajo en ambientes con polvo y llevar mascarillas de filtro mecánico para esas ocasiones.
Inhalación de gases	x					x	MO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar detector de gases (H2S, CO).
Sobreesfuerzos		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Acceder por medio de rampas de suave pendiente al contenedor con la carretilla.
Ataques de seres vivos		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Conocer la presencia en la zona de animales peligrosos. Evitar en lo posible el ataque y llevar guantes, ropa y calzado que impidan posibles mordeduras.
Carga térmica								
Insolación		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropas que permitan la transpiración. Proteger la cabeza y las partes más sensibles del cuerpo de la acción directa del sol. Establecer periodos de descanso en zonas sombreadas y ventiladas. Evitar en lo posible las exposiciones en las horas centrales del día.
Deshidratación			X		X		I	<ul style="list-style-type: none"> Hidratarse con bebidas que contengan sales y minerales. No beber alcohol ni bebidas excitantes.
Frío		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropa cálida y ropa de abrigo e impermeable. Proteger la cabeza, manos y pies.

Tabla 4: Matriz binaria de evaluación de riesgo para la tarea 3, uso de maquinaria. El color verde corresponde a riesgos tolerables, el amarillo corresponde a riesgos moderados, el naranja corresponde a riesgos importantes y el rojo corresponde a riesgos intolerables. Fuente: elaboración propia.

Riesgos identificados	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo	Medidas preventivas
	B	M	A	L	D	ED		
Caída al subir o bajar del camión	X				X		TO	<ul style="list-style-type: none"> Subir y bajar del camión utilizando los peldaños. Mantener los peldaños limpios y llevar calzado antideslizante.
Caída de objetos al cargar o circular		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar protegida la carga frente a caída de objetos. Dirigir las maniobras de carga y descarga.
Caída de la carga sobre trabajadores	X					X	I	<ul style="list-style-type: none"> No iniciar la maniobra si hay trabajadores en el lugar de la descarga. Anunciar la maniobra con una señal acústica.
Golpes con la pluma, ganchos o carga		X				X	I	<ul style="list-style-type: none"> Nadie debe estar en el radio de acción de la pluma o bajo la carga mientras se realizan las operaciones. Impedir la aproximación de trabajadores al camión grúa.
Desplome de la carga		X				X	I	<ul style="list-style-type: none"> Comprobar el buen funcionamiento de los mandos de la maquinaria. Utilizar accesorios de elevación adecuados al peso y a la carga. No sobrepasar la capacidad de carga de la pluma ni de los accesorios de elevación. Asegurar la los elementos de sujeción.
Choques con otros vehículos		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Respetar las normas de tránsito y de seguridad de la obra. No trabajar si hay otras máquinas o vehículos en el radio de acción. Descansar al menos 6 hs. antes de utilizar el vehículo.
Atropello de trabajadores	X					X	I	<ul style="list-style-type: none"> Respetar las normas de tránsito y de seguridad de la obra. No trabajar en el radio de acción de la maquinaria durante las maniobras de carga, desplazamiento y descarga. Auxiliar al conductor con otro operario en las marchas atrás y cuando éste no tenga visibilidad.
Vuelco o hundimiento del camión		X				X	I	<ul style="list-style-type: none"> Estabilizar e inmovilizar los vehículos antes de la descarga. Asentar las ruedas sobre un terreno firme, en caso contrario, asegurarlo con tablonés. Mantener una distancia mínima de 2 m con las zanjas o taludes de fuerte pendiente. Colocar topes cuando se trabaje junto a taludes o zanjas. Llevar cinturón de seguridad para evitar golpes en caso de vuelco
Golpes y cortes		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar guantes de tipo anticorte.
Inhalación de polvo			X	X			MO	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar cabinas cerradas, con ventilación y filtros de aire.
Radiación UV		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar gafas integrales para la protección del UV solar.

Tabla 5: Matriz binaria de evaluación de riesgo para la tarea 4, señalización de seguridad. El color verde corresponde a riesgos tolerables, el amarillo corresponde a riesgos moderados, el naranja corresponde a riesgos importantes y el rojo corresponde a riesgos intolerables. Fuente: elaboración propia.

Riesgos identificados	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo	Medidas preventivas
	B	M	A	L	D	ED		
Atropello de trabajadores		X				X	I	<ul style="list-style-type: none"> Llevar chalecos de alta visibilidad para facilitar la localización del trabajador. En presencia de tráfico y mientras se marcan las ubicaciones de la señalización, proteger al trabajador con un vehículo con señalización luminosa.
Exposición al ruido		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Evitar los trabajos junto a la maquinaria de obra. Llevar protección para utilizarla en esas ocasiones.
Caídas al mismo nivel y a distinto nivel		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Conocer previamente el terreno. Buscar accesos adecuados. No transitar por zonas con peligro de desprendimientos.
Sobreesfuerzos			X	X			MO	<ul style="list-style-type: none"> No cargar con más de 25 kg o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor. Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. Separar los pies para proporcionar una postura estable.
Golpes y cortes		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> No trasladar más de un bulto en cada maniobra y asegurar un agarre cómodo y seguro. Llevar guantes de tipo anticorte para no cortarse.
Proyección de fragmentos		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Durante el clavado en terrenos duros o con piedras sueltas, llevar gafas de protección. Utilizar casco de seguridad. Limpiar la zona de trabajo para evitar proyecciones de piedras y otros materiales al paso de vehículos.
Carga térmica								
Insolación		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropas que permitan la transpiración. Proteger la cabeza y las partes más sensibles del cuerpo de la acción directa del sol. Establecer periodos de descanso en zonas sombreadas y ventiladas. Evitar en lo posible las exposiciones en las horas centrales del día.
Deshidratación			X		X		I	<ul style="list-style-type: none"> Hidratarse con bebidas que contengan sales y minerales. No beber alcohol ni bebidas excitantes.
Frío		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropa cálida y ropa de abrigo e impermeable. Proteger la cabeza, manos y pies.

Tabla 6: Matriz binaria de evaluación de riesgo para la tarea 5, cobertura con capa intermedia. El color verde corresponde a riesgos tolerables, el amarillo corresponde a riesgos moderados, el naranja corresponde a riesgos importantes y el rojo corresponde a riesgos intolerables. Fuente: elaboración propia.

Riesgos identificados	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo	Medidas preventivas
	B	M	A	L	D	ED		
Caídas a distinto nivel		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar los peldaños para subir y bajar de la máquina.
Atrapamiento		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Prohibir a los operarios estar detrás de los camiones de obra mientras estén maniobrando.
Caída del material granular sobre la máquina		X				X	I	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar vehículos de obra con cabina.
Corrimientos de terreno		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Prohibir acercarse al camión de obra a los taludes.
Atropello por máquina o camión		X				X	I	<ul style="list-style-type: none"> Prohibir acercarse al camión en cuando esté maniobrando.
Riesgos por causas naturales: vientos, tormentas, incendios.	X					X	MO	<ul style="list-style-type: none"> Informarse sobre la meteorología en la zona de trabajo. Llevar elementos de comunicación. No fumar cerca de los tubos de venteo.
Ataques seres vivos		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Conocer la presencia de perros y de los riesgos de su ataque. Evitar en lo posible el ataque y llevar guantes, ropa y calzado de seguridad.
Exposición a ruido		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Evitar los trabajos junto a la maquinaria. Llevar protección para utilizarla en esas ocasiones. Dentro de las maquinas utilizar protección sonora.
Inhalación de polvo		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Evitar el trabajo en ambientes con polvos y llevar mascarillas de filtro para esas ocasiones. Cerrar las cabinas de las maquinarias con sistemas de filtración de aire.
Inhalación de gases		X				X	I	<ul style="list-style-type: none"> Llevar detector de gases en zonas cercanas a los tubos de venteo. En caso de comprobar la presencia de contaminantes en valores superiores a los permisibles, utilizar mascarillas o retirarse.
Carga térmica								
Insolación		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropas que permitan la transpiración. Proteger la cabeza y las partes más sensibles del cuerpo de la acción directa del sol. Establecer periodos de descanso en zonas sombreadas y ventiladas. Evitar en lo posible las exposiciones en las horas centrales del día.
Deshidratación			X		X		I	<ul style="list-style-type: none"> Hidratarse con bebidas que contengan sales y minerales. No beber alcohol ni bebidas excitantes.
Frío		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropa cálida y ropa de abrigo e impermeable. Proteger la cabeza, manos y pies.

Tabla 7: Matriz binaria de evaluación de riesgo para la tarea 6, cobertura con compost. El color verde corresponde a riesgos tolerables, el amarillo corresponde a riesgos moderados, el naranja corresponde a riesgos importantes y el rojo corresponde a riesgos intolerables. Fuente: elaboración propia.

Riesgos identificados	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo	Medidas preventivas
	B	M	A	L	D	ED		
Caídas a distinto nivel		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar los peldaños para subir y bajar de la máquina.
Atrapamiento		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Prohibir a los operarios estar detrás de los camiones de obra mientras estén maniobrando.
Caída del material granular sobre la máquina		X				X	I	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar vehículos de obra con cabina.
Corrimientos de tierras		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Prohibir que el camión de obra se acerque a los taludes.
Atropello por máquina o camión		X				X	I	<ul style="list-style-type: none"> Prohibir acercarse al camión cuando esté maniobrando.
Trabajo en Campo								
Riesgos por causas naturales: vientos, tormentas, incendios.	X					X	MO	<ul style="list-style-type: none"> Informarse sobre la meteorología en la zona de trabajo. Llevar elementos de comunicación. No fumar cerca de los tubos de venteo.
Ataques de seres vivos		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Conocer la presencia en la zona de perros y de los riesgos de su ataque. Evitar en lo posible el ataque y llevar guantes, ropa y calzado.
Exposición a ruido		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Evitar los trabajos junto a la maquinaria. Llevar protección para utilizarla en esas ocasiones. Dentro de las máquinas se deberá utilizar protección sonora.
Inhalación de partículas		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Evitar el trabajo en ambientes con polvos y llevar mascarillas de filtro para esas ocasiones. Utilizar maquinarias con cabinas cerradas y con sistemas de filtración de aire.
Patógenos en compost (Aspergillus fumigatus, salmonella, helmitos y bioaerosoles)			X			X	IN	<ul style="list-style-type: none"> Protección oral y respiratoria: Utilizar mascarillas de filtro. Evitar días ventosos para la aplicación. Utilizar mamelucos descartables. Utilizar guantes de nitrilo reforzados. Una vez manejado el producto, lavarse bien las manos antes de comer, beber o fumar, y no hacerlo durante las operaciones de colocación del compost.
Inhalación de gases		X				X	I	<ul style="list-style-type: none"> Llevar detector de gases en zonas cercanas a los tubos de venteo. En caso de comprobar la presencia de contaminantes en valores superiores a los permisibles, utilizar mascarillas o retirarse.
Carga térmica								
Insolación		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropas que permitan la transpiración. Proteger la cabeza y las partes más sensibles del cuerpo de la acción directa del sol. Establecer periodos de descanso en zonas sombreadas y ventiladas. Evitar en lo posible las exposiciones en las horas centrales del día.
Deshidratación			X		X		I	<ul style="list-style-type: none"> Hidratarse con bebidas que contengan sales y minerales. No beber alcohol ni bebidas excitantes.
Frío		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropa cálida y ropa de abrigo e impermeable. Proteger la cabeza, manos y pies.

Tabla 8: Matriz binaria de evaluación de riesgo para la tarea 7, colocación de malla (bioingeniería). El color verde corresponde a riesgos tolerables, el amarillo corresponde a riesgos moderados, el naranja corresponde a riesgos importantes y el rojo corresponde a riesgos intolerables. Fuente: elaboración propia.

Riesgos identificados	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo	Medidas preventivas
	B	M	A	L	D	ED		
Choques con otros vehículos		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Respetar reglas de tránsito y señales. No interferir en el radio de acción de otros vehículos o maquinaria. Delimitar y proteger el radio de acción de cada máquina.
Atropello de trabajadores		X				X	I	<ul style="list-style-type: none"> Anunciar con una señal acústica siempre que la máquina parada inicie un movimiento o arranque. Auxiliar con otro operador al conductor en las marchas atrás y cuando éste no tenga visibilidad. Llevar chalecos de alta visibilidad.
Caídas a distinto nivel		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar los peldaños para subir y bajar de la máquina.
Contactos térmicos	X				X		TO	<ul style="list-style-type: none"> No tocar las partes calientes del motor o las bombas.
Golpes con partes móviles de la maquinaria			X			X	IN	<ul style="list-style-type: none"> Delimitar y proteger la zona de trabajos de la maquinaria. No trabajar en el radio de acción de la maquinaria. No comenzar los trabajos de la maquinaria si hay trabajadores en su radio de acción. En el caso de que tengan que hacerse trabajos simultáneos cerca de la máquina, colocar una persona que domine toda la operación y que coordine los trabajos.
Caída de materiales y objetos desprendidos		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Antes de desenrollar la manta, asegurarse de que está bien sujeta a la coronación del talud y de que no hay nadie trabajando debajo. Utilizar casco de seguridad. No trabajar debajo del talud para evitar que caigan sobre los trabajadores materiales.
Golpes cortes y proyecciones durante el grapado de la manta			X			X	IN	<ul style="list-style-type: none"> Llevar la herramienta adecuada para el clavado o grapado de la manta. Llevar guantes anticorte durante este trabajo. Llevar gafas de seguridad para evitar proyecciones.
Exposición al ruido		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Evitar los trabajos junto a la maquinaria. Llevar protección auditiva cuando se trabaje junto a maquinaria.
Carga térmica								
Insolación		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropas que permitan la transpiración. Proteger la cabeza y las partes más sensibles del cuerpo de la acción directa del sol. Establecer periodos de descanso en zonas sombreadas y ventiladas. Evitar en lo posible las exposiciones en las horas centrales del día.
Deshidratación			X		X		I	<ul style="list-style-type: none"> Hidratarse con bebidas que contengan sales y minerales. No beber alcohol ni bebidas excitantes.

Frío		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none">• Llevar ropa cálida y ropa de abrigo e impermeable.• Proteger la cabeza, manos y pies.
------	--	---	--	---	--	--	----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 9: Matriz binaria de evaluación de riesgo para la tarea 8, plantación de vegetación. El color verde corresponde a riesgos tolerables, el amarillo corresponde a riesgos moderados, el naranja corresponde a riesgos importantes y el rojo corresponde a riesgos intolerables. Fuente: elaboración propia.

Riesgos identificados	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo	Medidas preventivas
	B	M	A	L	D	ED		
Caídas al mismo nivel		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer previamente el terreno. • No transitar por zonas de taludes.
Golpes con materiales desprendidos	X					X	MO	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar casco de seguridad. • No trabajar en niveles inferiores del talud cuando se están realizando trabajos en niveles superiores del mismo.
Exposición al ruido		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar los trabajos junto a la maquinaria. • Llevar protección auditiva cuando se trabaje junto a maquinaria.
Golpes y cortes con herramientas y maquinaria portátil		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar la herramienta adecuada a las tareas a realizar y utilizarlas correctamente. • Utilizar guantes, protección del pie y casco de seguridad. • En el caso de emplear herramientas de corte de materiales, mantener colocadas todas las protecciones y llevar gafas y guantes de protección.
Sobreesfuerzos al acarrear con materiales, herramienta o maquinaria portátil,			X	X			MO	<ul style="list-style-type: none"> • No cargar con más de 25 kg o solicitar ayuda de otras personas. • Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. • Separar los pies para proporcionar una postura estable. • Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre. • Realizar los levantamientos de forma espaciada.
Golpes con la maquinaria de obra		X				X	I	<ul style="list-style-type: none"> • No trabajar en el radio de acción de la maquinaria. • Llevar chaleco de alta visibilidad. • Respetar las vías de circulación y señalización vial. • Respetar las distancias de seguridad con máquinas y vehículos.
Ataques de seres vivos		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer la presencia en la zona de perros y de los riesgos de su ataque. • Evitar en lo posible el ataque y llevar guantes, ropa y calzado adecuado.
Carga térmica								
Insolación		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar ropas que permitan la transpiración. • Proteger la cabeza y las partes más sensibles del cuerpo de la acción directa del sol. • Establecer periodos de descanso en zonas sombreadas y ventiladas. • Evitar en lo posible las exposiciones en las horas centrales del día.
Deshidratación			X		X		I	<ul style="list-style-type: none"> • Hidratarse con bebidas que contengan sales y minerales. • No beber alcohol ni bebidas excitantes.
Frío		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar ropa cálida y ropa de abrigo e impermeable. • Proteger la cabeza, manos y pies.

Tarea 10: Matriz binaria de evaluación de riesgo para la tarea 9, reparación de tubos de venteo. El color verde corresponde a riesgos tolerables, el amarillo corresponde a riesgos moderados, el naranja corresponde a riesgos importantes y el rojo corresponde a riesgos intolerables. Fuente: elaboración propia.

Riesgos identificados	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo	Medidas preventivas
	B	M	A	L	D	ED		
Caídas al mismo nivel		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Conocimiento previo del terreno. No transitar por zonas de taludes.
Exposición al ruido		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Evitar los trabajos junto a la maquinaria. Llevar protección auditiva cuando se trabaje junto a maquinaria
Golpes y cortes con herramientas y maquinaria portátil		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar la herramienta adecuada a las tareas a realizar y utilizarlas correctamente. Utilizar guantes, botas y casco de seguridad. En el caso de emplear herramientas de corte de materiales, mantener colocadas todas las protecciones y llevar gafas y guantes de protección.
Sobreesfuerzos al acarrear con materiales, herramienta o maquinaria portátil.			X	X			MO	<ul style="list-style-type: none"> No cargar con más de 25 kg o solicitar ayuda de otras personas. Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. Separar los pies para proporcionar una postura estable. Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre. Realizar los levantamientos de forma espaciada.
Inhalación de gases			X			X	IN	<ul style="list-style-type: none"> Llevar detector de gases. En caso de comprobar la presencia de contaminantes en valores superiores a los permisibles, utilizar mascarillas o retirarse.
Incendio o explosión			X			X	IN	<ul style="list-style-type: none"> No hacer llama junto a los tubos de venteo. No fumar durante la realización de la tarea.
Ataques de seres vivos		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Conocer la presencia en la zona de perros y de los riesgos de su ataque. Evitar en lo posible el ataque y llevar guantes, ropa y calzado adecuado.
Carga térmica								
Insolación		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropas que permitan la transpiración. Proteger la cabeza y las partes más sensibles del cuerpo de la acción directa del sol. Establecer periodos de descanso en zonas sombreadas y ventiladas. Evitar en lo posible las exposiciones en las horas centrales del día.
Deshidratación			X		X		I	<ul style="list-style-type: none"> Hidratarse con bebidas que contengan sales y minerales. No beber alcohol ni bebidas excitantes.
Frío		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropa cálida y ropa de abrigo e impermeable. Proteger la cabeza, manos y pies.

Tabla 11: Matriz binaria de evaluación de riesgo para la tarea 10, mantenimiento del sustrato. El color verde corresponde a riesgos tolerables, el amarillo corresponde a riesgos moderados, el naranja corresponde a riesgos importantes y el rojo corresponde a riesgos intolerables. Fuente: elaboración propia.

Riesgos identificados	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo	Medidas preventivas
	B	M	A	L	D	ED		
Caídas al mismo nivel		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Conocer previamente el terreno.
Ataques de seres vivos		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Conocer la presencia en la zona de perros y de los riesgos de su ataque. Evitar en lo posible el ataque y llevar guantes, ropa y calzado adecuado.
Golpes y cortes con herramientas y maquinaria portátil		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar la herramienta adecuada a las tareas a realizar y utilizarlas correctamente. Utilizar guantes, botas y casco de seguridad. En el caso de emplear herramientas de corte de materiales, mantener colocadas todas las protecciones y llevar gafas y guantes de protección.
Sobreesfuerzos al acarrear con materiales, herramienta o maquinaria portátil.			X	X			MO	<ul style="list-style-type: none"> No cargar con más de 25 kg o solicitar ayuda de otras personas. Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. Separar los pies para proporcionar una postura estable. Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre. Realizar los levantamientos de forma espaciada.
Inhalación de gases		X				X	I	<ul style="list-style-type: none"> Llevar detector de gases (H2S, CO).
Patógenos en compost (Aspergillus fumigatus, salmonella, helmitos y bioaerosoles)			X			X	IN	<ul style="list-style-type: none"> Proteger las vías oral y respiratorias. Utilizar mascarillas de filtro. Evitar días ventosos para la aplicación. Utilizar mamelucos descartables. Utilizar siempre guantes de nitrilo reforzados. Una vez manejado el producto, lavarse bien antes de comer, beber o fumar, y no hacerlo durante las operaciones de colocación del compost.
Carga térmica								
Insolación		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropas que permitan la transpiración. Proteger la cabeza y las partes más sensibles del cuerpo de la acción directa del sol. Establecer periodos de descanso en zonas sombreadas y ventiladas. Evitar en lo posible las exposiciones en las horas centrales del día.
Deshidratación			X		X		I	<ul style="list-style-type: none"> Hidratarse con bebidas que contengan sales y minerales. No beber alcohol ni bebidas excitantes.
Frío		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropa cálida y ropa de abrigo e impermeable. Proteger la cabeza, manos y pies.

Tabla 12: Matriz binaria de evaluación de riesgo para la tarea 11, mantenimiento de vegetación. El color verde corresponde a riesgos tolerables, el amarillo corresponde a riesgos moderados, el naranja corresponde a riesgos importantes y el rojo corresponde a riesgos intolerables. Fuente: elaboración propia.

Riesgos identificados	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo	Medidas preventivas
	B	M	A	L	D	ED		
Caídas al mismo nivel		X			X		MO	<ul style="list-style-type: none"> Conocer previamente el terreno.
Ataques de seres vivos		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Conocer la presencia en la zona de perros y de los riesgos de su ataque. Evitar en lo posible el ataque y llevar guantes, ropa y calzado.
Golpes y cortes con herramientas y maquinaria portátil		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar la herramienta adecuada a las tareas a realizar y utilizarlas correctamente. Utilizar guantes, botas y casco de seguridad. En el caso de emplear herramientas de corte de materiales, mantener colocadas todas las protecciones y llevar gafas y guantes de protección.
Sobreesfuerzos al transportar materiales, herramientas o maquinaria portátil.			X	X			MO	<ul style="list-style-type: none"> No cargar con más de 25 kg o solicitar ayuda de otras personas. Agarrar adecuadamente la carga según forma y tamaño y elevarla flexionando las rodillas, y no la espalda. Separar los pies para proporcionar una postura estable. Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre. Realizar los levantamientos de forma espaciada.
Inhalación de gases		X				X	I	<ul style="list-style-type: none"> Llevar detector de gases (H2S, CO).
Carga térmica								
Insolación		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropas que permitan la transpiración. Proteger la cabeza y las partes más sensibles del cuerpo de la acción directa del sol. Establecer periodos de descanso en zonas sombreadas y ventiladas. Evitar en lo posible las exposiciones en las horas centrales del día.
Deshidratación			X		X		I	<ul style="list-style-type: none"> Hidratarse con bebidas que contengan sales y minerales. No beber alcohol ni bebidas excitantes.
Frío		X		X			TO	<ul style="list-style-type: none"> Llevar ropa cálida y ropa de abrigo e impermeable. Proteger la cabeza, manos y pies.

ANEXO III: Matriz de impacto ambiental.

Tabla 1: Matriz de signo de impactos negativos (rojo) e impactos positivos (verde)

Factores Ambientales		Matriz de Impacto Ambiental (signo)										Impactos		
		Limpieza	Remediación del Sustrato			Revegetación		Reparaciones	Post Clausura			Negativo	Positivo	
		Limpieza de residuos	Movimiento de material de granular	Cobertura con compost	Operación de maquinaria	Bioingeniería en taludes	Revegetación con nativas	Tubos de venteo	Mantenimiento de cobertura	Mantenimiento de vegetación	Transformación y utilización			
Aire	Emisiones gaseosas y olores			-1			1	1		1		2	3	
	Material particulado		-1	-1	-1							3	0	
	Ruido	-1	-1	-1	-1				-1	-1		6	0	
Medio físico	Suelo	Calidad de sustrato	1	1	1	-1	1	1		1	1	1	1	8
		Erosión de sustrato				-1		1		1	1		1	3
		Morfología y topografía		1			1						0	2
		Estabilidad de sustrato		1	1	-1	1	1					1	4
Agua	Calidad del agua superficial			-1								1	0	
	Calidad del agua subterránea		1	1		1	1		1	1		1	5	
	Escurrimiento superficial	1	1	1	-1	1	1		1	1		1	7	
Paisaje	Integración con el paisaje circundante	1			-1	1	1		1	1	1	1	6	
Medio biológico	Flora	Cobertura vegetal		1	-1	1	1		1	1	1	1	6	
		Biodiversidad		1	-1		1	1		1	1	1	1	6
	Fauna	Modificaciones de hábitats				-1						2	0	
Medio antrópico	Social	Salud						1				0	1	
		Calidad de vida	1			-1		1		1	1	1	4	
		Seguridad e higiene de los trabajadores	1	1	1	1			1	1	1	1	0	8
	Económico	Valor de propiedad					1			1	1	0	3	

Tabla 2: Matriz de intensidad de impactos negativos (rojo) e impactos positivos (verde)

Factores Ambientales		Matriz de Impacto Ambiental (Intensidad)										Impactos		
		Limpeza	Remediación del Sustrato			Revegetación		Reparaciones	Post Clausura			Negativo	Positivo	
		Limpeza de residuos	Movimiento de material de granular	Cobertura con compost	Operación de maquinaria	Bioingeniería en taludes	Revegetación con nativas	Tubos de venteo	Mantenimiento de cobertura	Mantenimiento de vegetación	Transformación y utilización			
Aire	Emisiones gaseosas y olores			2			5	5		5		2	3	
	Material particulado		5	2	5							3	0	
	Ruido	2	5	5	10				2	2		6	0	
Medio físico	Calidad de sustrato	2	10	10	2	10	10		10	5	5	1	8	
	Erosión de sustrato				2		5		10	10		1	3	
	Morfología y topografía		2			2						0	2	
	Estabilidad de sustrato		5	5	2	10	10					1	4	
Agua	Calidad del agua superficial			2								1	0	
	Calidad del agua subterránea		5	2		5	5		10	10		1	5	
	Escorrentamiento superficial	5	10	5	2	10	10		10	10		1	7	
Paisaje	Integración con el paisaje circundante	5			2	10	10		2	10	10	1	6	
Medio biológico	Flora	Cobertura vegetal			2	2	10	10		5	10	10	1	6
		Biodiversidad			2	2	10	10		5	10	10	1	6
	Fauna	Modificaciones de hábitats				5						2	0	
Medio antrópico	Social	Salud						2				0	1	
		Calidad de vida	2			2		10			10	10	1	4
	Económico	Seguridad e higiene de los trabajadores	5	5	10	10			5	5	5	10	0	8
Valor de propiedad							10			10	10	0	3	

Tabla 3: Matriz de extensión de impactos negativos (rojo) e impactos positivos (verde)

Factores Ambientales		Matriz de Impacto Ambiental (extensión)											
		Limpieza	Remediación del Sustrato			Revegetación		Reparaciones	Post Clausura			Impactos	
		Limpieza de residuos	Movimiento de material de granular	Cobertura con compost	Operación de maquinaria	Bioingeniería en taludes	Revegetación con nativas	Tubos de venteo	Mantenimiento de cobertura	Mantenimiento de vegetación	Transformación y utilización	Negativo	Positivo
Aire	Emissiones gaseosas y olores			2			5	2		5		2	3
	Material particulado		5	5	2						3	0	
	Ruido	2	5	5	5			2	2		6	0	
Medio físico	Calidad de sustrato	2	5	5	5	2	5		5	10	10	1	8
	Erosión de sustrato				2		5		5	10		1	3
	Morfología y topografía		5			5						0	2
	Estabilidad de sustrato		5	5	5	2	5					1	4
Agua	Calidad del agua superficial			2								1	0
	Calidad del agua subterránea		5	5		2	10		10	10		1	5
	Escurrimiento superficial	2	5	5	2	2	5		5	5		1	7
Paisaje	Integración con el paisaje circundante	2			5	2	10		5	10	10	1	6
Medio biológico	Flora	Cobertura vegetal		2	2	2	5		5	5	10	1	6
	Biodiversidad			2	2	2	5		5	5	10	1	6
Fauna	Modificaciones de hábitats				2							2	0
Medio antrópico	Salud							2				0	1
	Social	Calidad de vida	2			2		10		10	10	1	4
	Seguridad e higiene de los trabajadores	5	5	5	5			5	5	5		0	8
	Económico	Valor de propiedad					10			10	10	0	3

Tabla 4: Matriz de duración de impactos negativos (rojo) e impactos positivos (verde)

Factores Ambientales		Matriz de Impacto Ambiental (Duración)											
		Limpeza	Remediación del Sustrato			Revegetación		Reparaciones	Post Clausura			Impactos	
		Limpeza de residuos	Movimiento de material de granular	Cobertura con compost	Operación de maquinaria	Bioingeniería en taludes	Revegetación con nativas	Tubos de venteo	Mantenimiento de cobertura	Mantenimiento de vegetación	Transformación y utilización	Negativo	Positivo
Aire	Emisiones gaseosas y olores			2			10	2		10		2	3
	Material particulado		2	2	2							3	0
	Ruido	2	2	2	2				2	2		6	0
Medio físico	Calidad de sustrato	2	10	10	2	10	10		10	10	10	1	8
	Erosión de sustrato				2		10		10	10		1	3
	Morfología y topografía		10			10						0	2
	Estabilidad de sustrato		10	10	2	10	10					1	4
Agua	Calidad del agua superficial			2								1	0
	Calidad del agua subterránea		10	2		10	10		10	10		1	5
	Escorrentamiento superficial	2	10	10	2	10	10		10	10		1	7
Paisaje	Integración con el paisaje circundante	2			2	10	10		2	10	10	1	6
Medio biológico	Flora	Cobertura vegetal		5	2	5	10		5	10	10	1	6
	Biodiversidad			2	2	5	10		2	10	10	1	6
	Fauna	Modificaciones de hábitats			2							2	0
Medio antrópico	Salud							10				0	1
	Social	Calidad de vida	2		2		10			10	10	1	4
	Seguridad e higiene de los trabajadores	2	2	2	2			2	5	10	10	0	8
	Económico	Valor de propiedad					10			10	10	0	3

Tabla 5: Matriz de reversibilidad de impactos negativos (rojo) e impactos positivos (verde)

Factores Ambientales		Matriz de Impacto Ambiental (Reversibilidad)												
		Limpieza	Remediación del Sustrato			Revegetación		Reparaciones	Post Clausura			Impactos		
			Limpieza de residuos	Movimiento de material de granular	Cobertura con compost	Operación de maquinaria	Bioingeniería en taludes	Revegetación con nativas	Tubos de venteo	Mantenimiento de cobertura	Mantenimiento de vegetación	Transformación y utilización	Negativo	Positivo
Aire	Emisiones gaseosas y olores			2			5	2		5		2	3	
	Material particulado		2	2	2							3	0	
	Ruido	2	2	2	2				2	2		6	0	
Medio físico	Suelo	Calidad de sustrato	2	10	10	2	2	5		5	5	5	1	8
		Erosión de sustrato				2		5		5	5		1	3
		Morfología y topografía		10			5						0	2
		Estabilidad de sustrato		5	5	2	5	5					1	4
Agua	Calidad del agua superficial			2								1	0	
	Calidad del agua subterránea		5	2		2	5		5	5		1	5	
	Escorrentamiento superficial	2	5	5	2	5	5		5	5		1	7	
Paisaje	Integración con el paisaje circundante	2			2	5	5		2	5	5	1	6	
Medio biológico	Flora	Cobertura vegetal		5	2	5	5		5	5	5	1	6	
		Biodiversidad		2	2	2	5		5	5	5	1	6	
	Fauna	Modificaciones de hábitats				2						2	0	
Medio antrópico	Social	Salud						2				0	1	
		Calidad de vida	2			2		5			5	5	1	4
		Seguridad e higiene de los trabajadores	2	2	5	2			2	2	5	5	0	8
	Económico	Valor de propiedad					5			5	5	0	3	

Tabla 6: Matriz de efecto de impactos negativos (rojo) e impactos positivos (verde)

Factores Ambientales		Matriz de Impacto Ambiental (Efecto)												
		Limpeza	Remediación del Sustrato			Revegetación		Reparaciones	Post Clausura			Impactos		
		Limpeza de residuos	Movimiento de material de granular	Cobertura con compost	Operación de maquinaria	Bioingeniería en taludes	Revegetación con nativas	Tubos de venteo	Mantenimiento de cobertura	Mantenimiento de vegetación	Transformación y utilización	Negativo	Positivo	
Aire	Emisiones gaseosas y olores			10			10	10		10		2	3	
	Material particulado		10	10	10							3	0	
	Ruido	2	10	10	10				2	2		6	0	
Medio físico	Suelo	Calidad de sustrato	2	10	10	10	2	10		10	10	2	1	8
		Erosión de sustrato				2		10		10	10		1	3
		Morfología y topografía		10			10						0	2
		Estabilidad de sustrato		10	10	10	10	10					1	4
Agua	Calidad del agua superficial			2								1	0	
	Calidad del agua subterránea		2	2		2	10		10	10		1	5	
	Escorrentamiento superficial	2	10	10	10	10	10		10	10		1	7	
Paisaje	Integración con el paisaje circundante	2			10	10	10		10	10	10	1	6	
Medio biológico	Flora	Cobertura vegetal		2	10	10	10		10	10	10	1	6	
		Biodiversidad		2	2		2	10		2	10	10	1	6
Fauna	Modificaciones de hábitats				2							2	0	
Medio antrópico	Social	Salud						10				0	1	
		Calidad de vida	2			2		10			10	10	1	4
		Seguridad e higiene de los trabajadores	10	10	10	10			10	10	10	10	0	8
Económico	Valor de propiedad						10			10	10	0	3	

Tabla 7: Matriz de periodicidad de impactos negativos (rojo) e impactos positivos (verde)

Factores Ambientales		Matriz de Impacto Ambiental (Periodicidad)										Impactos	
		Limpieza	Remediación del Sustrato			Revegetación		Reparaciones	Post Clausura			Negativo	Positivo
		Limpieza de residuos	Movimiento de material de granular	Cobertura con compost	Operación de maquinaria	Bioingeniería en taludes	Revegetación con nativas	Tubos de venteo	Mantenimiento de cobertura	Mantenimiento de vegetación	Transformación y utilización		
Aire	Emisiones gaseosas y olores			2			2	2		5		2	3
	Material particulado		2	2	2							3	0
	Ruido	2	2	2	2				5	5		6	0
Medio físico	Calidad de sustrato	5	2	2	2	2	2		5	2	5	1	8
	Erosión de sustrato				2		2		5	5		1	3
	Morfología y topografía		2			2						0	2
	Estabilidad de sustrato		2	2	2	2	2					1	4
Agua	Calidad del agua superficial			2								1	0
	Calidad del agua subterránea		2	2		2	2		5	5		1	5
	Escurrimiento superficial	2	2	2	2	2	2		5	5		1	7
Paisaje	Integración con el paisaje circundante	2			2	2	2		5	5	5	1	6
Medio biológico	Flora			2	2	2	2		5	5	5	1	6
	Biodiversidad			2	2	2	2		5	10	5	1	6
	Fauna	Modificaciones de hábitats				2						2	0
Medio antropológico	Social	Salud						2				0	1
	Calidad de vida	2			2		2			5	5	1	4
	Seguridad e higiene de los trabajadores	5	5	5	5			5	5	5		0	8
Económico	Valor de propiedad						2			2	2	0	3

10. Bibliografía

- AGN. 2017. Auditoría General de la Nación. Congreso Nacional. Cámara de Senadores. Sesiones ordinarias. Orden del Día Nº 975. Disponible en:
www.senado.gov.ar/parlamentario/parlamentaria/23451/downloadOrdenDia. [Consulta: 21/02/2018].
- Ares, R. 2016. El desafío de vivir con lo que produce un único planeta. Vázquez Mazzini. Buenos Aires.
- Ashwath, N. y Venkatraman, K. 2010. Phytocapping: An alternative technique for landfill remediation. *International Journal of Environment and Waste Management*, 6(1-2), 51-70.
- Azpilicueta, M. M.; Varela, S.; Martínez, A. y Gallo, L. 2010. Manual de viverización, cultivo y plantación de Roble Pellín en el norte de la región Andino Patagónica. Bariloche, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Bariloche. Ediciones INTA.
- Barros, V. R.; Cordon, V.; Moyano, C.; Mendez, R.; Forquerra, J. y Pizzio, O. 1983. Cartas de precipitación de la zona oeste de la provincia de Río Negro y Neuquén. Primera contribución. Universidad Nacional del Comahue. Centro Nacional Patagónico.
- BCN. 2016. Biblioteca del Congreso de la Nación. Dossier Legislativo. Legislación y Doctrina Extranjera: Residuos Sólidos. Edición actualizada diciembre 2016. Disponible en: <http://bcn.gov.ar/uploads/Dossier-41---Act-2016---LegislaciónExtranjera---Residuos-Solidos.pdf>. [Consulta: 11/02/2018].
- Buroz, E. 1994. Métodos de evaluación de impactos. Curso de postgrado sobre Evaluación de Impactos Ambientales. Foro Latinoamericano de Ciencias Ambientales, La Plata.
- Carta Orgánica. 2007. San Carlos de Bariloche. Segunda parte, Título primero, Capítulo Único, Artículo 29.
- CEAMSE. 2018. Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado. Glosario de Términos Servicio de Asistencia Técnica. Disponible en: <http://www.ceamse.gov.ar/glosario/servicio-de-asistencia-tecnica/> [Consultado 27/08/2018]
- CEPIS-OPS. 2004. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales y Organización Panamericana de Salud. Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos. Lima, Perú.
- Cisneros, J., Cholaky, C., Gutiérrez, A. C., González, J., Reynero, M., Diez, A. Bergesio, L. 2012. Erosión hídrica: principios y técnicas de manejo. Editora UniRio. Colección Académico Científico, 74-81.
- Código Urbano. 1995. Plan de Ordenamiento Ambiental. Municipalidad de San Carlos de Bariloche. Río Negro.
- Consejo Canadiense de Parques. 2008. Principios y Directrices para la Restauración ecológica en las Áreas Protegidas Naturales de Canadá.
- COPIME. 2018. Consejo Profesional de Ingeniería Mecánica y Electricista. Comisión de Ingeniería Ambiental. Ejercicio Profesional: Honorarios Mínimos Sugeridos. Disponible en:
<https://www.copime.org.ar/pages/detail/62>. [Consulta: 18/08/2018].
- Correa, M. N. 1971. Flora Patagónica. Parte 7. Compositae. Buenos Aires: Colección Científica del INTA.
- Correa, M. N. 1984. Flora Patagónica. Parte 4a. Dicotiledóneas Dialipétaleas (Salicaceae a Cruciferae). Buenos Aires: Colección Científica del INTA.
- Correa, M. N. 1988. Flora Patagónica. Parte 4b. Dicotiledóneas Dialipétalas (Droseraceae a Leguminosae). Buenos Aires: Colección Científica INTA.
- D'hers, V. 2013. Asentamientos sobre Basurales a Cielo Abierto. Explotación, Segregación y Expulsión en el manejo de los residuos; Universidad de Málaga. Grupo de Investigación Eumed.Net. Delos 6(16): 1-29. Disponible en:

http://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/15693/CONICET_Digital_Nro.19030.pdf?sequence=1
[Consulta: 12/01/2018].

- Dalmaso, A. D. y Ciano, N. 2015. Restauración de Taludes con especies nativas para zonas áridas y semiáridas. *EXPERIMENTIA Revista de Transferencia Científica*, 1-80.
- DEC. 2010. Dirección de Estadística y Censo. Secretaría de Planificación. Ministerio de Economía Gobierno de Río Negro. Disponible en: <http://www.rionegro.gov.ar/index.php?contID=15965> [Consulta: 12 /01/2018].
- Decreto Reglamentario N° 351/1979. Reglamentación de la Ley N° 19.587/1972
- Diario TELAM. 14 de mayo de 2015. Cristina inauguro una planta de tratamiento de residuos y un centro científico en Bariloche. Disponible en: <http://www.telam.com.ar/notas/201505/105094-cristina-bariloche-conicet-tratamiento-residuos.php> [Consulta: 16/01/2018].
- Díaz, S. y Cabido, M. 1997. Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. *Journal of Vegetation Science* 8: 463-474.
- Dimitri, M. J. 1977. Peque-a flora ilustrada de los parques nacionales Andino - Patagónicos. *Anales de Parques Nacionales* 13: 1–122.
- Dimitri, M. J. 1978. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Buenos Aires: Ed. Acme.
- Dimitriou, I. y Aronsson, P. 2005. Sauces para energía y fitorremediación en Suecia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma (Italia). *Unasylva* 51: 13-18.
- DPA. 2011. Departamento Provincial de Aguas. Resumen meteorológico 1999-2011. Estación S. C. Bariloche. Disponible en http://www.dpa.gov.ar/clima/informes/Informe_Meteo_bariloche.pdf [Consulta: 18/01/2018].
- Dzendoletas, M. A.; Cavallaro, S.; Crivell E. y Pereyra F. 2006. Mapa de vegetación del ejido municipal de S.C. de Bariloche y alrededores, Río Negro Patagonia Argentina. *Ecología* 20:65-88.
- ENGIRSU. 2005. Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. República Argentina. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Disponible en: <http://www.gobiernolocal.gob.ar/sites/default/files/engirsu-2mb1.pdf>. [Consulta: 22/01/2018].
- Ezcurra, C. y Brion, C. 2005. Plantas del Nahuel Huapi. Catálogo de la Flora Vasculare del Parque Nacional Nahuel Huapi, Argentina. Red Latinoamericana de Botánica, Universidad Nacional del Comahue, Bariloche.
- Fischer, G. y Torres Carvajal, F. Efecto de la temperatura del suelo sobre las planta: 2. Fisiología y metabolismo. *Revista Comalfi* 25: 1-3.
- Lee, G. F.; Jones-Lee, A. y Martin, F. 1994. Landfill NIMBY and Systems Engineering: A Paradigm for Urban Planning. In *INCOSE International Symposium* 4(1): 924-931.
- Fuentes, R. D. y Núñez, P. G. 2008. Robles - Pilar 1: Identidad y lucha por la tierra en San Carlos de Bariloche. 1ª ed. Editorial Núcleo Patagónico. San Carlos de Bariloche.
- Georgi, J y Stathakopoulos, I. 2006. Bioengineering Techniques for Soil Erosion Protection and Slope Stabilization, 46th Congress of the European Regional Science Association: "Enlargement, Southern Europe and the Mediterranean", August 30th
- Gold, K.; León-Lobos, P. y Way, M. 2004. Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. *Boletín INIA* N° 110, 62 p
- Gómez Orea, D. 2004. Recuperación de espacios degradados. Mundi-Prensa Ediciones. Madrid, España.
- González, G. L. 2010. Residuos Sólidos Urbanos Argentina: Tratamiento y Disposición Final, Situación Actual y Alternativas Futuras. Argentina: Cámara Argentina de la Construcción-Área de Pensamiento Estratégico). Disponible en: <http://www.igc.org.ar/megaciudad/N3> [Consulta: 15/01/2018].

- Hernández Barrios, C. P. y Wehenpohl, G. 2000. Manual para la Rehabilitación, Clausura y Saneamiento de Tiraderos a Cielo Abierto en el Estado de México. Gobierno del Estado de México. Secretaria de Ecología. México.
- IATASA. 2010. Ingeniería y Asistencia Técnica Argentina. Estudios de factibilidad. Informe de factibilidad. Programa de gestión integral de residuos sólidos urbanos en Municipios turísticos BID 1868/OC-AR. Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en los municipios de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi, provincia de Río Negro
- IATASA. 2011. Ingeniería y Asistencia Técnica Argentina. Estudio de impacto ambiental centro de Tratamiento y disposición final. San Carlos de Bariloche. Programa de gestión integral de residuos sólidos urbanos en Municipios turísticos BID 1868/OC-AR. Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en los municipios de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi, provincia de Río Negro
- INDEC. 2010. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. Argentina. Disponible en: http://www.indec.gob.ar/ftp/censos/2010/CuadrosDefinitivos/P2-D_62_21.pdf. [Consulta: 8/01/2018].
- IRAM. 1982. Instituto de Racionalización de Materiales. Norma Argentina IRAM Parte 1. Colores y señales de seguridad.
- ISWA. 2016. International Solid Waste Association. A roadmap for closing waste dumpsites—the world's most polluted places. Vienna: International Solid Waste Association (ISWA). Disponible en: http://www.iswa.org/fileadmin/galleries/About%20ISWA/ISWA_Roadmap_Report.pdf [Consulta: 8/02/2018]
- Jambeck, J. R.; Geyer, R.; Wilcox, C.; Siegler, T. R.; Perryman, M.; Andrady, A.; Narayan, R. y Lavender Law, K. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223): 768-771. Disponible en: https://www.iswa.org/fileadmin/user_upload/Calendar_2011_03_AMERICANA/Science-2015-Jambeck-768-71__2_.pdf. [Consulta: 14/01/2018].
- Jones-Lee, A. y Lee, G. F. 2014. Landfill Post-Closure and Post-Post-Closure Care Funding - Overview of Issues. *Waste Advantage Magazine* 5(12):24-26.
- Kim, K. R. y Owens, G. 2010. Potential for enhanced phytoremediation of landfills using biosolids – a review. *El Sevier. Journal of Environmental Management* 91: 791–797.
- Lamb, D. y Gilmour, D. 2003. Rehabilitation and restoration of degraded forests. *Rehabilitation and restoration of degraded forests*.
- Laos, F.; Mazzarino, M. J.; Satti, P.; Roselli, L., Moyano, S.; Ruival, M. y Moller Poulsen, L. 2000. Planta de compostaje de biosólidos: investigación y desarrollo en Bariloche, Argentina. *Ingeniería sanitaria y ambiental*, (50:), 86-89.
- Leopold, L. B.; Clarke, F. E.; Hanshaw, B. B. y Balsley, J. E. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C. Disponible en: [https://eps.berkeley.edu/people/lunaleopold/\(118\)%20A%20Procedure%20for%20Evaluating%20Environmental%20Impact.pdf](https://eps.berkeley.edu/people/lunaleopold/(118)%20A%20Procedure%20for%20Evaluating%20Environmental%20Impact.pdf). [Consulta: 16/04/18]
- Ley Nacional N°19.587. 1972. Higiene y Seguridad en el Trabajo de la República Argentina.
- Ley Nacional N°25.916. 2004. Gestión de Residuos Domiciliarios.
- Ley Nacional N°27.287. 2017. Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil.
- Ley Provincial N°5.242. 2017. Adhesión a la ley nacional 27.287 que crea "Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil"
- de Cortázar, A. L. G.; Narea, M. S. y Llamas, S. 2017. Cierre, sellado y inserción de antiguos vertederos. Experiencias en Iberoamérica. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32, 123-139.

- Madera-Parra, C. A.; Peña-Salamanca, E. J., y Solarte-Soto, J. A. 2014. Efecto de la concentración de metales pesados en la respuesta fisiológica y capacidad de acumulación de metales de tres especies vegetales tropicales empleadas en la fitorremediación de lixiviados provenientes de rellenos sanitarios. *Ingeniería y Competitividad*, 16(2), 179-188.
- Masini, A. C. A.; Rovere, A. E. y Pérez, D. R. 2012. Requerimientos pregerminativos de dos especies leñosas: *Anarthrophyllum capitatum Sorarú* y *Anarthrophyllum elegans* (Gillies ex Hook. & Arn.) F. Philippi. *Quebracho* (Santiago del Estero), 20(2):, 85-96.
- Matteucci, S. D. y Colma, A. 2002. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C.
- Mazzarino, M. J. y Satti, P. 2012. Compostaje en la Argentina: experiencias de producción, calidad y uso. Universidad Nacional de Río Negro-Orientación Gráfica Editora S.R.L.
- Ministerio del Interior. 2016. Datos del departamento Bariloche correspondientes al Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas año 2010. Disponible en: <http://www.mininterior.gov.ar/municipios/masinfo.php?municipio=RNO033>. [Consulta: 21/01/2018].
- MINTUR. 2012. Ministerio de Turismo de la Nación. Préstamo BID 1868/OC-AR. Programa De Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en Municipios Turísticos. Obra: "Proyecto De Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos en los municipios de San Carlos de Bariloche y Dina Huapi, remediación del basural existente, provincia de Río Negro"
- MINTUR. 2018. Ministerio de Turismo de la Nación. Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en Municipios Turísticos Préstamo BID 1868/OC-AR Subprograma 1. Disponible en: <http://www.turismo.gov.ar/uepi/1868>. [Consulta: 16/01/2018].
- Morello, J.; Matteucci, S. D.; Rodriguez, A. F.; Silva, M. E.; Mesopotámica, P.; Llana, P. y Medanosa, P. 2012. Ecorregiones y complejos Ecosistémicos de Argentina. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires.
- MTCyD. 2014. Ministerio de turismo, cultura y deporte de Río Negro. Subsecretaria de Planificación estratégica y programas. Informe de estadísticas: periodo diciembre 2012- julio 2013. Disponible en: <http://www.rionegro.gov.ar/?contID=13195>. [Consulta: 11/01/2018].
- MTEySS. 2012. Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. Salud y seguridad en el trabajo (SST). Aportes para una cultura de la prevención - 1a ed. - Buenos Aires. Disponible en: http://www.trabajo.gov.ar/downloads/domestico/Salud_y_Seguridad_en_el_Trabajo.pdf. . [Consulta: 12/05/2018].
- Municipalidad de S.C. de Bariloche. 2008. Plan de Gestión Integral del Residuos Sólidos Urbanos de San Carlos de Bariloche. Dirección General de Medio Ambiente. Pág.: 209.
- Namiot, G. H.; Basil, G.; De Errasti, M. D.; Contardi, L. y Rovere A. E. 2012. Producción de plantines de arbóreas nativas. Experiencias con ciprés de la cordillera. En: Mazzarino, M.J., P. Satti (Eds.) Compostaje en la Argentina: experiencias de producción, calidad y uso. Universidad Nacional de Río Negro-Orientación Gráfica Editora S.R.L. Buenos Aires, Argentina. Pp. 195-207.
- NSW EPA. 2016. State of New South Wales and the Environment Protection Authority. Environmental Guidelines Solid waste landfills. Second Edition. Sydney.
- ONU. 2009. Organización de las Naciones Unidas. Publicaciones Principales Programa 21. Disponible en: https://web.archive.org/web/20120606053242/http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish/index.shtml [Consulta: 11/02/2018].

- Ordenanza N° 2062. 2010. Aprobación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. Consejo Municipal.
- Ordenanza N° 2147. 2011. Declaración Emergencia Actual Vertedero. Proceso Implementación Sistema de Tratamiento Residuos Regional. Disponible en: <http://www.concejobariloche.gov.ar/index.php/164-biblioteca/ordenanzas/6239-o-11-2147> [Consulta: 17/01/2018].
- Painehual, M.; Ertola, F.; Torres Curth, M. y Méndez, L. 2017. Un día más... ARB, una historia de conciencia y dignidad. Educo Editorial Universitaria. Universidad Nacional del Comahue. 186p. Neuquén.
- Pereyra, F.; Albertoni, J.; Bréard, C.; Cavaliaro, S.; Coccia, M.; Ducós E.; Dzenoletas, M.; Fookes, S.; Getino, E.; Helms, F.; Kruck, W.; López, R.; Muzio, C.; Roverano, D.; Tobio, M.; Toloczyki, M. y Wilson, C.. 2005. Estudio Geocientífico aplicado al Ordenamiento Territorial: San Carlos de Bariloche. Anales N° 42. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Buenos Aires.
- Plaza, P. I.; Speziale, K. L. y Lambertucci, S. A. 2018. Rubbish dumps as invasive plant epicentres. *Biological Invasions*, 20(9), 2277-2283.
- POT. 2011. Plan de Ordenamiento Territorial. Políticas, instrumentos y proyectos para el ordenamiento territorial de San Carlos de Bariloche. Municipalidad de San Carlos de Bariloche, Provincia de Río Negro.
- Ramos Vásquez, E. y Zúñiga Dávila, D. 2008. Efecto de la humedad, temperatura y pH del suelo en la actividad microbiana a nivel de laboratorio. *Ecología aplicada*, 7(1-2), 123-130.
- Reich, P.B.; Wright I.J.; Cavender-Bares J.; Craine J.M.; Oleksyn, J.; Westoby K.M. y Walters M.B. 2003. The evolution of plant functional variation: traits, spectra, and strategies. *International Journal of Plant Science* 164(3):143–164.
- Resolución N° 410 del MAdyDS. 2018. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Norma técnica para el manejo sustentable de barros y biosólidos generados en plantas depuradoras de efluentes líquidos cloacales y mixtos cloacales. Industriales. Aprobada el 12 /07 /2018.
- Resolución N° 650. 2014. Ministerio de educación. Universidad Nacional de Río Negro. Sede Andina. Disponible en: https://www.unrn.edu.ar/images/Res._ME_650-14_-_Ing._Ambiental.pdf [Consulta: 06/03/2018].
- Resolución N° 905. 2015. Superintendencia de Riesgos del Trabajo.
- Riat, M.; Rovere, A. E.; Biagini, A.; Lasso, M.; Menger, L.; Nucci, C. A.; Roncallo, L.y Zenz, E. N. 2017. Fitoremediación en el vertedero clausurado de San Carlos de Bariloche.
- Roncallo, L. 2017. Canteras en San Carlos de Bariloche: Evaluación de la situación actual y propuesta para el plan de cierre de una cantera. Proyecto Final Integrador. Requisito para optar por el título de Ingeniero Ambiental.
- Rovere, A. E. 2010. Conceptos de restauración y rehabilitación, en Pérez, D.R.; Rovere A. E. y Farinaccio F. M. 2010. Rehabilitación en el desierto. Ensayos con plantas nativas en Aguada Pichana, Neuquén, Argentina. Vázquez Mazzini Editores. 80 pp.
- Rovere, A. E. y Masini, A. C. A. 2013. Caminos teóricos, metodológicos, y caminos recorridos para la recuperación de áreas áridas degradadas. Pág.: 38-48. En: Rehabilitación en la Diagonal Árida de la Argentina. Pérez D, AE Rovere & ME Rodriguez Araujo (Eds.). Vázquez Mazzini. 520 pp.
- Rovere, A. E.; Burgueño, G.; Calabrese, G. M.; Corzo-Ramírez, L.; Di-Salvo N. A.; García, A.; Guida Johnson, B.; Missaglia, J. y Weissel, M. 2015. Urban areas: conservation and restoration criteria. Pag.: 13-14. In: Conclusion of IV Ibero-American and Caribbean Conference of Ecological Restoration. Eds.: Zuleta G & F. Mollard. Buenos Aires, Argentina.

- Rovere, A. E.; Molares, S. y Ladio, A. H. 2013. Plantas utilizadas en cercos vivos de ciudades patagónicas: aportes de la etnobotánica para la conservación. *Ecología austral*, 23(3), 165-173.
- Rovere, A. E.; Molares, S.; Chichizola, G.; Riat, M. y Roncallo, L. 2017. Diferentes enfoques de conservación y restauración en el éjido de San Carlos de Bariloche. III Congreso Argentino de Ecología de Paisaje: 90-94.
- Sagardoy, I.; Cotelo, A. y Uijt den Bogaard, J. 2017. Muestreo Centro Ambiental Bariloche. Municipalidad de S.C. de Bariloche.
- SAM. 2010. Secretaría de Asuntos Municipales. Ministro del Interior y Transporte de la Nación. Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. Disponible en: https://www.mininterior.gob.ar/municipios/pdfs/SAM_03_residuos_solidos.pdf [Consulta: 12/01/2018].
- Santos D. J.; Wilson M. W. y Ostinelli M. 2012. Metodología de muestreo de suelo y ensayos a campo: protocolos básicos comunes. Ediciones INTA.
- Satti, P.; Mazzarino, M. J.; Gobbi, M.; Funes, F.; Roselli, L., y Fernandez, H. 2003. Soil N dynamics in relation to leaf litter quality and soil fertility in north-western Patagonian forests. *Journal of Ecology*, 91(2), 173-181.
- SECTUR. 2007. Ex Secretaria de Turismo de la Nación. Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en Municipios Turísticos. Manual Operativo y de Procedimientos. Disponible en: http://www.turismo.gov.ar/sites/default/files/manual_operativo_y_de_procedimientos_prestamo_bid_1868.pdf [Consulta: 12/01/2018].
- SER. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Servicio Meteorológico Nacional. 2018. Descarga de Datos Históricos. Disponible en: <https://www.smn.gob.ar/descarga-de-datos>. [Consulta: 21/05/2018].
- Suthersan, S. S.; Horst, J.; Schnobrich, M.; Welty, N. y McDonough, J. 2017; *Remediation Engineering: Design Concepts, Second Edition* 2nd Edition. CRC Press. New York. United States.
- Taboada, M. y Alvarez, C. R. 2008. Fertilidad física de los suelos. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. Argentina. Facultad de Agronomía.
- Tchobanoglous, G.; Theisen, H.; Vigil, S. A. 1998. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Volumen II. McGraw-Hill/Interamericana de España S. A. México.
- UNICEF. 2015. United Nations International Children's Emergency Fund. Erradicación del Basural 'El Pozo' Una sistematización de la experiencia. UNICEF Argentina.
- URS. 2014. Consultora URS. Plan Provincial para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU), para la Provincia de Río Negro. Estudio Diagnostico. Producto 1. Parte II: Gestión Actual de Residuos. Río Negro.
- USEPA. 1997. United States Environmental Protection Agency. 40 CFR - Protection of Environment PART 258 - Criteria for Municipal Solid Waste Landfills. Disponible en: <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/part-258> [Consulta: 15/01/2018].
- Zuloaga, F. O.; Morrone, O. y Belgrano, M. J. 2008. Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur: (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). St. Louis, MO: Missouri Botanical Garden Press.