

TOMO 3

MANIFESTACIÓN GENERAL DE IMPACTO AMBIENTAL

**Centro Ambiental El Borbollón
Departamento de Las Heras**

2014 (modificado 2017)

Dirección de Protección Ambiental

**Secretaría de Ambiente y Ordenamiento
Territorial**

CONTENIDOS TOMO 3

5. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	9
5.1 Metodología para la identificación de los impactos ambientales	9
5.1.1 Antecedentes y Descripción General.....	9
5.1.2 Metodología Adoptada.....	9
5.1.3 Acciones de Proyecto.....	11
5.1.3.1 Etapa de Construcción.....	11
5.1.3.2 Etapa de Operación.....	14
5.1.3.3 Etapa de Cierre.....	15
5.1.4 Factores Afectados	15
5.1.4.1 Medio Físico.....	15
5.1.4.2 Medio Biológico.....	15
5.1.4.3 Medio Socioeconómico.....	16
5.2 Justificación de los potenciales impactos ambientales considerados.....	16
5.3 Valoración de Impactos.....	19
5.4 Desarrollo de la Evaluación.....	21
5.4.1 Etapa de Construcción	21
5.4.1.1 Impactos Negativos	22
5.4.1.2 Impactos Positivos.....	23
5.4.1.3 Impactos Negativos por etapa de Obra.....	24
5.4.2 Etapa de Operación	27
5.4.2.1 Impactos Negativos	28
5.4.2.2 Impactos Positivos.....	30
5.4.3 Etapa de Cierre.....	32
5.4.3.1 Impactos Negativos	32
5.4.3.2 Impactos Positivos.....	34
5.5 Conclusiones de la Evaluación de impactos.....	35
5.6 Descripción del posible escenario ambiental modificado.....	36
5.7 Medidas de Mitigación.....	38
5.7.1 Etapa de Construcción	38
5.7.1.1 Medio Físico.....	38
5.7.1.2 Medio Socioeconómico.....	40
5.7.2 Etapa de Operación	40

5.7.2.1 Medio Físico.....	40
5.7.2.2 Medio Socioeconómico.....	42
5.7.3 Etapa de Cierre.....	43
5.7.3.1 Medio Físico.....	43
5.8 Comparación de la situación “con” y “sin” proyecto	45
5.8.1 Resumen Factores Ambientales Afectados.....	45
5.8.2 Comparación de alternativas.....	47
5.8.2.1 Metodología utilizada	47
5.9 Plan de Manejo Ambiental (PMA).....	69
5.9.1 Objetivos y Componentes	69
5.9.2 Programa de Seguimiento y Control.....	70
5.9.3 Programa de Monitoreo Ambiental (PMA).....	82
5.9.3.1 Etapas para la implementación del Monitoreo.....	83
5.9.3.2 Alcances del Programa de Monitoreo.....	84
5.9.3.3 Determinación de Monitoreos.....	84
5.9.3.4 Monitoreo de Aire	85
5.9.3.5 Monitoreo de Suelo.....	96
5.9.3.6 Monitoreo de Agua.....	99
5.9.4 Plan de Contingencias	110
5.9.4.1 Procedimientos Generales.....	111
5.9.4.2 Organización funcional de la respuesta a emergencias.....	112
5.9.4.3 Análisis de Riesgos.....	114
5.5.7 Programa de Seguridad e Higiene	122
5.9.5 Programa de Capacitación.....	123
5.9.6 Plan de Forestación.....	124
5.9.6.1 Objetivos	124
5.9.6.2 Tipo de formaciones vegetales.....	125
5.9.7 Plan de Mantenimiento de Equipos	140
5.9.7.1 Objetivos	140
5.9.7.2 Uso Efectivo de Maquinaria.....	140
5.9.7.4 Descripción y Especificaciones de diferentes tipos de equipos	143
5.9.7.5 Tipo de Equipo, Funciones y Características Principales	143
5.9.7.6 Procedimientos básicos para el uso eficiente de los equipos	149
5.9.7.7 Mantenimiento y Servicio	151
5.9.7.8 Medidas de Seguridad	155
5.10 Plan de Clausura y Postclausura	156
5.10.1 Procedimientos operacionales.....	157
5.10.1.1 Planeamiento.....	157
5.10.1.2 Actividades de Pre-clausura (tres meses antes del cierre)	158
5.10.1.3 Durante el Proceso de Cierre	158
5.10.1.4 En el Post-cierre (tres meses después del cierre).....	159

5.10.2 Características Operativas.....	159
5.10.2.1 Asentamientos.....	159
5.10.2.2 Capacidad Portante.....	160
5.10.2.3 Nivelación Final.....	160
5.10.3 Cobertura Final.....	161
5.10.4 Lixiviados y Gases.....	162
5.10.4.1 Lixiviados.....	162
5.10.4.2 Gases.....	163
5.10.5 Vegetación.....	165
5.10.6 Uso final.....	165
5.11 Conclusiones y recomendaciones.....	168
6. DOCUMENTO DE SÍNTESIS.....	172
6.1 Marco General del Proyecto.....	172
6.2 Descripción del proyecto Centro Ambiental El Borbollón.....	173
6.2.1 Localización.....	173
6.2.2 Población y generación de residuos.....	174
6.2.3 Descripción de las obras a construirse.....	175
6.2.4 Vida útil de proyecto.....	182
6.3 Proyectos asociados.....	183
6.4 Metodología y orientación de la EIA.....	184
6.4.1 Resultados Generales de la Evaluación de Impactos.....	185
6.4.2 Descripción del posible escenario ambiental modificado.....	186
6.4.3 Medidas de mitigación para los impactos negativos significativos.....	189
6.4 Plan de Manejo Ambiental.....	192
6.6 Conclusiones y recomendaciones.....	194
7. BIBLIOGRAFÍA.....	196
ANEXOS.....	202

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Captura de pantalla Expert Choice – Árbol de Nodos.....	55
Figura 2: Captura de Pantalla Expert Choice – Árbol de Nodos con Criterios ,.....	55
Figura 3: Captura de Pantalla Expert Choice – Árbol de Nodos con Criterios,.....	56
Figura 4: Captura de pantalla Expert Choice-Juicios Gráficos.....	56
Figura 5: Captura de pantalla Expert Choice – Juicios Numéricos	57
Figura 6: Captura de pantalla Expert Choice – Juicios verbales	57
Figura 7: Captura de pantalla Expert Choice – Síntesis de resultados	58
Figura 8: Captura de pantalla Expert Choice- Síntesis de resultados	58
Figura 9: Captura de pantalla Expert Choice – Síntesis de resultados	59
Figura 10: Captura de pantalla Expert Choice – Síntesis de resultados	59
Figura 11: Captura de pantalla Expert Choice – Síntesis de resultados	60
Figura 12: Captura de pantalla Exper Choice – Síntesis de resultados	60
Figura 13: Captura de pantalla Expert Choice – Síntesis de resultados	61
Figura 14: Captura de pantalla Expert Choice – Síntesis de resultados	61
Figura 15: Captura de pantalla Expert Choice – Tabla de Resumen.....	63
Figura 16: Captura de pantalla Expert Choice – Tabla de resumen final	63
Figura 17: Captura de pantalla Expert Choice – Análisis de Sensibilidad.....	64
Figura 18: Captura de pantalla Expert Choice – Análisis de Sensibilidad.....	65
Figura 19: Captura de pantalla Expert Choice – Análisis de Sensibilidad.....	65
Figura 20: Captura de pantalla Expert Choice – Análisis de Sensibilidad.....	66
Figura 21: Captura de pantalla Expert Choice – Análisis de Sensibilidad.....	66
Figura 22: Captura de pantalla Expert Choice – Análisis de Sensibilidad.....	67
Figura 23: Captura de pantalla Expert Choice – Análisis de Sensibilidad.....	67
Figura 24: Captura de pantalla Expert Choice – Análisis de Sensibilidad.....	68
Figura 25: Organización funcional de la respuesta a emergencias.....	113
Figura 26: Bulldozer	144

<i>Figura 27: Compactador con ruedas metálicas</i>	145
<i>Figura 28: Pala cargadora sobre neumáticos</i>	146
<i>Figura 29: Cargador frontal sobre orugas.....</i>	148
<i>Figura 30: Retroexcavadora sobre orugas</i>	149
<i>Figura 31: Ubicación de la Zona de Estudio</i>	173
<i>Figura 32: Localización del Centro Ambiental respecto a zonas urbanas... ¡Error! Marcador no definido.</i>	
<i>Figura 33: Distribución General del proyecto.....¡Error! Marcador no definido.</i>	
<i>Figura 34: Croquis y dimensiones del Módulo 1.....¡Error! Marcador no definido.</i>	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen de Impactos Significativos – Etapa de Construcción	22
Tabla 2: Impactos significativos por Etapa de Obra	24
Tabla 3: Impactos Negativos en la Etapa de Construcción	26
Tabla 4: Resumen Impactos Significativos – Etapa de Operación.....	28
Tabla 5: Resumen de Impactos Negativos Significativos – Etapa de Operación	31
Tabla 6: Resumen de Impactos Significativos – Etapa de Cierre	33
Tabla 7: Ficha N°1= Subprograma Aguas Superficiales y Subterráneas.....	71
Tabla 8: Ficha N°2 = Subprograma Calidad del Aire.....	72
Tabla 9: Ficha N°3 = Subprograma Ruido y Vibración	73
Tabla 10: Ficha N°4 = Subprograma Geología y Suelos.....	74
Tabla 11: Ficha N°5 = Subprograma Flora y Fauna	75
Tabla 12: Ficha N°6= Subprograma Aspectos visuales y paisajísticos	76
Tabla 13: Ficha N°7 = Subprograma Impacto Socioeconómico	77
Tabla 14: Ficha N°8 = Subprograma Salud Pública	78
Tabla 15: Ficha N°9 = Subprograma de aguas de lluvia	79
Tabla 16: Ficha N°10 = Subprograma Manejo de aguas residuales domésticas	80
Tabla 17: Ficha N°11 = Subprograma Gestión de Lixiviados.....	81
Tabla 18: Determinación Factores a Monitorear.....	85
Tabla 19: Composición de los gases producidos en un relleno sanitario en función	86
Tabla 20: Constituyentes típicos encontrados en el Biogás.....	87
Tabla 21: Parámetros considerados en el programa de Monitoreo de Biogás.....	88
Tabla 22: Metodologías de Análisis de Emisiones Gaseosas (USEPA).....	88
Tabla 23: Parámetros y Frecuencia de Monitoreo de Biogás	89
Tabla 24: Ficha N°1 Programa de Monitoreo: Biogás.....	90
Tabla 25: Parámetros de Calidad del Aire a ser monitoreados.....	91

Tabla 26: Ficha N° 2 Programa de Monitoreo: Partículas Aerotransportables.....	92
Tabla 27: Ficha N° 3 Programa de Monitoreo: Parámetros climatológicos	93
Tabla 28: Ficha N° 4 Programa de Monitoreo : Partículas Viables Biológicas	94
Tabla 29: Ficha N° 5 Programa de Monitoreo: Ruido	95
Tabla 30: Ficha N° 6 Programa de Monitoreo: Migración de Biogás en suelo.....	96
Tabla 31: Ficha N° 7 Programa de Monitoreo: Estabilidad del relleno	97
Tabla 32: Ficha N° 8 Programa de Monitoreo: Densidad de compactación	98
Tabla 33: Parámetros y monitoreo de frecuencia de calidad del agua	99
Tabla 34: Esquema sugerido de monitoreo de aguas superficiales.....	100
Tabla 35: Ficha N° 9 Programa de Monitoreo: Calidad del agua superficial	101
Tabla 36: Ficha N° 10 Programa de Monitoreo: Calidad biológica del agua superficial	102
Tabla 37: Parámetros de agua subterránea a monitorear.....	103
Tabla 38: Esquema de monitoreo de aguas subterráneas	104
Tabla 39: Ficha N° 11 Programa de Monitoreo: Calidad del agua subterránea	105
Tabla 40: Ámbitos encontrados en lixiviados generados en sitios de disposición final de ...	107
Tabla 41: Ficha N° 12 Programa de Monitoreo: Cantidad y composición del lixiviado.....	108
Tabla 42: Ficha N° 13 Programa de Monitoreo: Aguas residuales	109
Tabla 43: Identificación de factores de riesgo y su localización	115
Tabla 44: Modelo de Matriz de evaluación de riesgos	116
Tabla 45: Matriz de Evaluación de Riesgos Centro Ambiental El Borbollón.....	116
Tabla 46: Resumen ponderación de riesgos Centro Ambiental El Borbollón.....	116
Tabla 47: Forestales de primera magnitud para estrato mayor (externo)	126
Tabla 48: Forestales de segunda magnitud para estrato menor (interno)	128
Tabla 49: Forestales para barrera Planta de Separación	129
Tabla 50: Forestales para barrera Sector Compostaje	131
Tabla 51: Gramíneas y arbustivas para la cobertura final de los Módulos	133
Tabla 52: Forestales ornamentales para el Sector de Edificios Complementarios	135

<i>Tabla 53: Valores típicos de presión ejercida por los equipos sobre los RSU</i>	144
<i>Tabla 54: Valores típicos de presión ejercida por los compactadores.....</i>	146
<i>Tabla 55: Valores típicos de capacidad de la cargadora frontal.....</i>	147
<i>Tabla 56: Valores típicos de capacidad de la Pala Cargadora Frontal sobre orugas</i>	148
<i>Tabla 57: Valores típicos de capacidad de la Retroexcavadora sobre orugas.....</i>	149
<i>Tabla 58: Valores de frecuencias de operaciones básicas de mantenimiento preventivo</i>	155
<i>Tabla 59: Opciones para controlar la generación de lixiviado.....</i>	162
<i>Tabla 60: Opciones para controlar la migración del lixiviado</i>	163
<i>Tabla 61: Opciones para controlar la migración del gas del relleno sanitario</i>	164
<i>Tabla 62: Generación de RSU – Zona Metropolitana</i>	175
<i>Tabla 63: Características actuales de la Disposición Final en la Zona Metropolitana ...</i> Marcador no definido.	¡Error!
<i>Tabla 64: Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación – Etapa de Construcción.....</i>	189
<i>Tabla 65: Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación – Etapa de Operación</i>	191

5. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

5.1 Metodología para la identificación de los impactos ambientales

5.1.1 Antecedentes y Descripción General

En este apartado inicial, se realiza una descripción de la documentación existente de las evaluaciones anteriores realizadas por: 1) La Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza, en el año 2004, en el marco del Estudio “*Sistema de Gestión Integral de RSU (SGIRSU) – Área Metropolitana Mendoza – Fundación Universidad Tecnológica Regional Mendoza (2004) – Proyecto Gestión de la Contaminación – Componente B: Gestión Integral de la Calidad Ambiental a nivel Provincial y/o Municipal*” y 2) El Grupo Consultor IATASA Ingeniería, en el Estudio denominado “*Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para el Área Metropolitana de la Provincia de Mendoza*”, en el marco del Financiamiento BIRF 7362-AR.

La Evaluación de Impactos Ambientales realizada por la UTN-FRM, en el marco del Estudio citado previamente, se realizó a través de la metodología de *Matrices Reducidas de Identificación de Impactos Ambientales*, para cada una de las etapas del proyecto y con consideración de las interacciones más importantes.

Luego, se realizó una *Matriz Resumen*, por cada una de las etapas del proyecto, consignando en la misma los impactos negativos significativos y positivos significativos.

La Evaluación de Impactos Ambientales realizada por el Grupo Consultor IATASA se concretó a través de matrices de identificación-valoración de impactos para cada una de las etapas del proyecto, realizando una valoración cuali-cuantitativa de cada impacto. Posteriormente, con los impactos más significativos identificados en estas matrices, se construyeron cuadros de resumen con propuestas de mitigación para los impactos negativos más significativos, en cada una de las etapas de proyecto.

5.1.2 Metodología Adoptada

Como ya se mencionó en el punto precedente, se tomaron como antecedentes las evaluaciones previas realizadas por diversos equipos interdisciplinarios sobre el mismo proyecto que se evalúa en la presente MGIA.

Tomando en cuenta estos antecedentes, se confeccionaron nuevas matrices, que incorporan los resultados de las anteriores evaluaciones, más la evaluación presente. Las acciones desarrolladas se resumen en los siguientes puntos:

- Se identificaron las “acciones impactantes” para las distintas etapas del proyecto: Construcción, Operación y Cierre. En la identificación de estas acciones, se tuvieron en cuenta las evaluaciones anteriores y las especificaciones concretas del proyecto ejecutivo actual, desarrollado para el Centro Ambiental El Borbollón, en el *“Proyecto Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos – Zona Metropolitana – Provincia de Mendoza”*.
- Luego se identificaron los “factores ambientales” susceptibles de ser impactados por estas acciones de proyecto. En la identificación de estos factores, se consideraron los criterios utilizados por las evaluaciones previas, y los distintos aspectos desarrollados en el inventario ambiental de la línea de base cero, desarrollado en la presente MGIA.
- Posteriormente, y siguiendo la metodología aplicada por el grupo de profesionales de la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Mendoza, que realizó el Estudio *“Sistema de Gestión Integral de RSU (SGIRSU) – Área Metropolitana Mendoza – Fundación Universidad Tecnológica Regional Mendoza (2004) – Proyecto Gestión de la Contaminación – Componente B: Gestión Integral de la Calidad Ambiental a nivel Provincial y/o Municipal”*, en primera instancia se confeccionaron nuevas Matrices de Identificación de Impactos Ambientales para cada una de las etapas del proyecto: 1) Construcción, 2) Operación y 3) Cierre; considerando en las mismas las interacciones más importantes. En estas matrices se utilizó una clasificación general de impactos positivos y negativos, adoptando la metodología de identificación desarrollada en la EIA realizada por la UTN-FRM.

Se indica que el objeto de estas matrices de EIA, como ya lo destacara el grupo de profesionales de la UTN-FRM, es enfatizar los aspectos genéricos de la relación causa-efecto incluidos en el estudio, en la interrelación de cada una de las acciones de proyecto consideradas y de los factores ambientales descriptos; estos últimos en relación con su línea de base cero, es decir su condición actual antes del inicio del proyecto, de manera de cuantificar los cambios que pudieran producirse. Esta línea de base cero, se tuvo en cuenta en todo el análisis matricial.

Las Matrices de Identificación de Impactos son matrices de doble entrada, donde se relacionaron las actividades desarrolladas y sus impactos sobre los factores ambientales considerados. Cuando se consideró que una acción o actividad podría producir un cambio o modificación en un factor o aspecto ambiental, éste se resaltó en el punto de intersección de la matriz. En estas matrices se numeraron los impactos identificados en cada etapa de proyecto.

- Una vez identificados los impactos, es procedió a analizar cada uno, con el fin de establecer sus atributos y características. Para ello se construyeron Matrices de Valoración de Impactos por cada Etapa de proyecto. En este punto se utilizó la metodología propuesta por el Grupo Consultor IATASA Ingeniería, en su Estudio “*Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para el Área Metropolitana de la Provincia de Mendoza*”, realizado en 2009, efectuando una valoración cuali-cuantitativa, de modo tal de determinar el grado de impacto de estas acciones sobre los factores ambientales seleccionados.

Las Matrices de Identificación y Valoración de Impactos en la Etapa de Construcción, se subdividieron por *Etapas de Obra*, sobre las cuales, más adelante en este documento, se realiza una interpretación específica. Posteriormente, y a los efectos de no cuantificar en forma acumulada las valoraciones de los impactos que se repiten en las distintas etapas de obra, se confeccionó una Matriz de Valoración Global para la Etapa de Construcción.

Estas matrices de valoración permitieron identificar impactos significativos, tanto de carácter positivo como negativo. Se consideraron como “impactos significativos” a aquellos a los que se les asignó un valor de intensidad igual a 3. Con estos impactos significativos se construyeron Tablas de Resumen de Impactos por cada etapa de proyecto.

Finalmente se interpretaron las valoraciones obtenidas y los resultados se plasmaron en las conclusiones por cada etapa de proyecto y conclusiones generales. También se desarrollaron Tablas de Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación, que incluyen las actividades involucradas en la generación del impacto, la descripción detallada del impacto, el área de influencia del mismo y las medidas de mitigación previstas para los impactos negativos.

5.1.3 Acciones de Proyecto

5.1.3.1 Etapa de Construcción

- Etapa 1: Cerramiento perimetral: Movimiento de Suelos/Circulación de camiones/Tareas de construcción.
- Etapa 2: Acopio de Materiales y Obrador: Colocación del Obrador/Acopio de Materiales/Acopio de combustibles y lubricantes/Circulación de camiones.
- Etapa 3: Limpieza y Desmonte: Movimiento de Suelos/Movimiento de maquinaria pesada/Acopio de material de desmonte/Circulación de camiones.
- Etapa 4: Excavación Módulo y Pileta de Acopio de Lixiviados: Excavación/Movimiento de maquinaria pesada/Carga y consumo de combustible.
- Etapa 5: Acopio de Materiales para terraplenes: Movimiento de Suelos/Movimiento de maquinaria pesada/ Carga y consumo de combustible.

- Etapa 6: Conformación y Compactación de terraplenes: Mov. de Suelos/Movimiento de maquinaria pesada/ Compactación de suelos/Carga y consumo de combustible.
- Etapa 7: Conformación de fondo de Módulo: Excavación/Movimiento de maquinaria pesada/Compactación de suelos/Carga y consumo de combustible.
- Etapa 8: Conformación de bermas de separación: Movimiento de Suelos/Movimiento de maquinarias pesadas/Compactación de suelos/Carga y Consumo de combustibles.
- Etapa 9: Conformación de suelo bentonítico: Preparación de suelos/Movimiento de Suelos/Movimiento de maquinaria pesada/Compactación de suelos/Carga y Consumo de combustibles.
- Etapa 10: Colocación de membrana PEAD: Circulación de camiones/Colocación de membrana/Soldadura/Pruebas de resistencia.
- Etapa 11: Colocación de suelos de protección de membrana: Movimiento de Suelos/Movimiento de maquinaria pesada/Compactación de suelos/Carga y consumo de combustible.
- Etapa 12: Construcción de edificios: Circulación de camiones/Excavaciones/Trabajos de construcción/Consumo de energía eléctrica/Carga y consumo de combustible.
- Etapa 13: Construcción de camino de acceso: Movimiento de Suelos/Circulación de camiones/Movimiento de maquinaria pesada/Tareas construcción camino/Carga y consumo de combustible/Construcción alcantarillas.
- Etapa 14: Construcción de caminos perimetrales al Módulo: Circulación de camiones/Movimiento de maquinaria pesada/Tareas construcción caminos/Carga y consumo de combustible.
- Etapa 15: Construcción de caminos internos sector Obras Complementarias: Circulación de camiones/Movimiento de maquinaria pesada/Tareas construcción caminos/Carga y consumo de combustible.
- Etapa 16: Construcción Playas de Maniobras: Circulación de camiones/Trabajos de construcción/Consumo de energía eléctrica.
- Etapa 17: Construcción Pileta Almacenam. de aguas pluviales: Excavación/Movimiento de maquinaria pesada/Construcción caminos perimetrales/Compactación de Suelos/Carga y consumo de combustible.
- Etapa 18: Construc. de canalizaciones pluviales: Excavación/Movimiento de maquinaria pesada/Trabajos de canalización/Compactación de suelos/Carga y consumo de combustible.
- Etapa 19: Colocación sist. colección de lixiviados: Circulación de camiones/Movimiento de maquinaria pesada/confeción de drenes /Carga y consumo de combustible.

- Etapa 20: Construcción dren horizontal biogás: Circulación de camiones/Movimiento de maquinaria pesada/Confección drenes de biogás/Carga y consumo de combustible.
- Etapa 21: Tendido eléctrico y Subestación: Circulación de camiones/Trabajos eléctricos/Trabajos de construcción.
- Etapa 22: Instalación eléctrica sectores externos: Circulación de camiones/Trabajos eléctricos.
- Etapa 23: Instalación eléctrica sectores internos: Trabajos de construcción/Trabajos eléctricos.
- Etapa 24: Construcción de pozo de extracción de agua: Perforación/Movimiento de Suelos/Circulación de camiones/Trabajos de construcción/Consumo de energía eléctrica.
- Etapa 25: Construcción de cisterna y tanque elevado: Circulación de camiones/Trabajos de construcción/Consumo de energía eléctrica.
- Etapa 26: Construcción desagües pluv. edificios: Trabajos de construcción/Circulación de camiones.
- Etapa 27: Instalación interna de agua y cloacas: Trabajos de construcción/Circulación de camiones.
- Etapa 28: Construcción/Instalación Planta de Tratamiento de Efluentes: Circulación de camiones/Trabajos de construcción/Soldaduras/Consumo de energía eléctrica.
- Etapa 29: Instalación Cisternas de almacenamiento: Excavaciones/Circulación de camiones/Trabajos de construcción.
- Etapa 30: Construcción enlaces y comunicaciones: Circulación de camiones/Trabajos de tendido e instalación.
- Etapa 31: Instalación Sistemas de seguridad: Circulación de camiones/Colocación de sistemas de vigilancia/Colocación de elementos de seguridad contra incendios/Consumo de energía eléctrica.
- Etapa 32: Instalación acondicionamiento interno de edificios: Circulación de camiones/Colocación de sistemas de acondicionamiento/Consumo de energía eléctrica.
- Etapa 33: Provisión y colocación de cartelería de seguridad: Circulación de camiones/Trabajos de colocación de cartelería/Soldaduras/Consumo de energía eléctrica.
- Etapa 34: Provisión y montaje de equipo electromecánico: Circulación de camiones/Movimiento de maquinaria pesada/Soldaduras/Colocación, Instalación o Resguardo de maquinaria/Consumo de energía eléctrica.

- Etapa 35: Provisión de equipos para operación del Relleno: Circulación de camiones/ Colocación, Instalación o Resguardo de maquinaria.
- Etapa 36: Provisión equipamiento taller y oficinas: Circulación de camiones/Descarga y ubicación de equipamiento.
- Etapa 37: Manejo y Control de Plagas: Movimiento de Suelos/Usos de productos químicos/Carga y consumo de combustible.
- Etapa 38: Forestación y parquización: Circulación de camiones/Colocación capas de suelo mejorado/Trabajos de colocación de forestales y jardinería/Consumo de agua para riego.
- Etapa 39: Provisión e instalación de señalización final: Circulación de camiones/Trabajos de colocación de cartelería/Soldaduras/Consumo de energía eléctrica.
- Etapa 40: Desmantelamiento del obrador: Circulación de camiones/Trabajos de desmantelamiento/Retiro de residuos y limpieza del sitio/Recomposición del paisaje.

5.1.3.2 Etapa de Operación

- Recolección de residuos y transporte.
- Circulación interna de camiones y maquinaria pesada.
- Vuelco de residuos en celda diaria.
- Distribución y compactación de residuos.
- Excavaciones para material de cobertura.
- Cobertura diaria y final de residuos.
- Captación de lixiviados y traslado a pileta de almacenamiento.
- Recirculación de lixiviados.
- Captación y gestión de biogás.
- Monitoreo de lixiviados.
- Monitoreo de biogás.
- Monitoreo de olores.
- Monitoreo de ruidos.
- Control de aguas pluviales.
- Vuelco de residuos en Planta de Separación.
- Tareas de Separación de residuos.
- Prensado, enfardado y almacenamiento de residuos.
- Retiro de rechazo de Planta y traslado a relleno sanitario.
- Tratamiento de efluentes Planta de Separación y oficinas.
- Tareas de Compostaje.
- Tareas de reparación y mantenimiento en taller.
- Acopio y retiro de residuos peligrosos.
- Recepción de combustibles y lubricantes.
- Plan de Forestación.
- Plan de Manejo Ambiental/Monitoreos/Control.
- Plan de Contingencias.

- Programa de Higiene y Seguridad.
- Plan de Mantenimiento de Equipos.

5.1.3.3 Etapa de Cierre

- Cobertura final.
- Revegetación superficial.
- Limpieza general y mantenimiento.
- Captación y control de lixiviados.
- Monitoreo de lixiviados.
- Captación y control de biogás.
- Monitoreo de biogás.
- Mantenimiento del sistema de drenaje pluvial.
- Reformulación de construcciones para otros usos.
- Mantenimiento de caminos de acceso.
- Red de energía y suministro de agua.
- Mantenimiento de forestación y parquización.
- Plan de Contingencias.
- Plan de Cierre/Programa de Vigilancia.

5.1.4 Factores Afectados

5.1.4.1 Medio Físico

- **Aire:** Calidad del Aire/Nivel de Olores/Nivel de Ruidos
- **Agua Superficial:** Escurrimientos/Calidad del Agua
- **Agua Subterránea:** Volumen de infiltración/Calidad del agua/Profundidad del nivel freático
- **Suelos:** Calidad/Capacidad/Asentamientos/Erosión
- **Geología:** Estabilidad Estructural/Sismicidad/Permeabilidad de las formaciones
- **Geomorfología:** Relieve/Pendiente

5.1.4.2 Medio Biológico

- **Flora:** Biodiversidad/Especies Naturales/Forestación
- **Fauna:** Biodiversidad/Animales Terrestres/Aves-Insectos/Fauna Nociva

5.1.4.3 Medio Socioeconómico

- **Medio Económico:** Generación de empleo/Infraestructura y Servicios Públicos/Energía y Combustibles/Vías de Comunicación/Actividad Económica/Valor de la propiedad
- **Cultura y Sociedad:** Salud Pública/Higiene y Seguridad Laboral/Calidad de Vida/Nuevos espacios recreativos/Sitios de valor histórico y cultural/Patrimonio arqueológico
- **Población:** Migración poblacional/Riesgo poblacional/Aceptabilidad Social
- **Entorno y Paisaje:** Uso actual del suelo/Uso futuro del suelo/Características naturales del paisaje/Visibilidad de áreas de trabajo/Cualidades Estéticas

5.2 Justificación de los potenciales impactos ambientales considerados

Los potenciales impactos ambientales a producirse sobre los factores ambientales considerados en el punto anterior, por causa de las acciones de proyecto, se indican en las Matrices de Identificación de Impactos mediante diferentes colores, para impactos positivos y negativos. A continuación se analizan aquellos de mayor incidencia e importancia. (Ver Anexo 17: Matrices EIA)

- **Atmósfera:** La calidad del aire se verá afectada durante la etapa de construcción al producirse el aumento de material particulado en dicho medio, debido a la apertura de caminos, extracción de materiales de las canteras, tareas de desmontes, etc. Asimismo los gases de combustión de maquinarias y vehículos modificarán la calidad del aire en esta etapa.
- **Calidad del Aire:** En todas aquellas acciones en donde se utilice maquinaria, se generarán olores debido al proceso de combustión.
- **Nivel Sonoro:** En primer lugar debe indicarse que es negativo, ya que se produce una alteración desfavorable en las condiciones actuales del lugar afectado. En cuanto a la magnitud, corresponde señalar que la utilización de maquinaria pesada en todas y cada una de las acciones descriptas originará un impacto medio, ya que el mismo implica cambios considerables en el nivel sonoro actual pero que, a su vez, no importan una alteración en su viabilidad. Lo antedicho se completa con la consideración de la pertinencia del impacto, ya que en todos los casos es temporario y recuperable.
- **Agua:** En esta etapa, las acciones pueden impactar el recurso hídrico superficial, toda vez que se produzcan vuelcos de materiales, o acciones

(construcción de caminos, preparación del terreno) que impliquen movimientos de tierra que aumentará el material en suspensión. Asimismo no se aportará ningún tipo de efluentes proveniente de obradores, ya que estos contarán con una disposición ambientalmente adecuada y cumplirán con las normas sanitarias vigentes.

- **Suelo:** Durante esta etapa se generará un impacto negativo sobre el suelo afectado directamente por la ejecución de las obras, particularmente en la zona donde se efectuarán las excavaciones y demás obras de infraestructura: apertura de caminos, excavaciones, radicación de obradores y áreas de servicio, etc. Mayor aún será el impacto si se produce movimiento y circulación de maquinarias fuera de los caminos de obra, lo cual no deberá permitirse. Las escombreras que se formen con el material sobrante de los movimientos de suelo, y que no se utilicen para la construcción, afectarán la superficie de suelo sobre la que se dispongan.

Las máquinas que operen durante la ejecución de las obras, obrador y campamento originarán residuos (aceites, combustible, aguas servidas) que pueden impactar sobre la calidad del suelo. Los programas de gestión de estos residuos junto con el mantenimiento preventivo de maquinarias, la incorporación de plantas de tratamiento (o similar de acuerdo al tamaño de la obra) contribuirán a disminuir la ocurrencia de estas afectaciones.

- **Procesos Erosivos:** Un importante desencadenante de procesos erosivos, tanto de origen hídrico como eólico, se asocia, tal como se mencionara, a la remoción de vegetación en la zona de obras (apertura de caminos, obradores, etc.), sobre todo en aquellos sitios en que las pendientes son más pronunciadas. Así también la disposición de materiales finos (limos y arenas) en forma de taludes al costado del camino que se abran u otro tipo de obras de infraestructura generarán riesgos de erosión hídrica (carcavamientos), que pueden poner en peligro la estabilidad de esas obras, el continuo movimiento y circulación de maquinarias y vehículos será una fuente permanente de generación de polvo, lo que implicará, dada la necesidad operativa de que el tránsito sea seguro, el continuo regado de los caminos.
- **Flora:** En términos generales, la vegetación (arbórea, arbustiva y herbácea) presenta un rol ecológico importante ya que constituye el hábitat de variadas especies de animales, aporta los insumos de materia y energía que sustentan las cadenas tróficas y protege los suelos escasamente desarrollados de los procesos erosivos, contribuyendo a la estabilización. Las comunidades vegetales que se desarrollan en el área de estudio, se encuentran adaptadas morfológicamente, fisiológicamente y ecológicamente a las condiciones de aridez propias de la región. Si bien la misma presenta escaso desarrollo, aparecen diversas comunidades que se encuentran asociadas a los distintos ambientes que aparecen en la zona. Dichos ambientes responden a condiciones particulares de humedad, altitud, luminosidad y tipo de suelos, entre otros. Las diversas actividades humanas que se desarrollan en el área la han afectado de

distintas formas, promoviendo en ciertos casos un proceso de degradación o modificación, como producto de las mismas. Tales actividades tienen que ver con la implementación de diversas obras de infraestructura existentes en la zona.

Durante la etapa constructiva, las acciones más impactantes sobre la vegetación terrestre son aquellas que implican desmonte y posterior movimiento de suelos. Un ejemplo de dichas acciones lo constituye el acondicionamiento y construcción de caminos, y la limpieza de la zona de obra.

En los sitios que no se utilicen durante la etapa de funcionamiento y en los cuales el suelo haya sido previamente removido, la revegetación posterior será dificultosa debido a la pérdida de la delgada capa fértil del suelo.

El alcance territorial del impacto asociado será de carácter zonal y la magnitud dependerá de las comunidades vegetales que sean afectadas y de la ocurrencia o no de procesos erosivos originados por la construcción del sistema.

La relocalización de la población vegetal y la disposición de los materiales de desmonte consistirán impactos de magnitud compatible, aunque depende de los sitios finales donde tales acciones se lleven a cabo. Toda acumulación de residuos o de material en desuso afectará a la vegetación que se encuentre en el sitio de deposición de los mismos.

- **Fauna:** Los principales impactos sobre la fauna terrestre local, debido al desarrollo del Proyecto, se encuentran directamente relacionados con el deterioro, modificación o eliminación de aquellos ambientes donde habitan las poblaciones características de la zona. Por ejemplo, el desmonte y limpieza del área de obra, así como los movimientos de suelo requeridos durante la etapa de construcción constituyen impactos directos que determinan una disminución en la disponibilidad de hábitats para las especies afectadas. A su vez, la excavación con maquinarias, constituye una fuente de ruido, que puede afectar de manera transitoria a la fauna local.
- **Uso del territorio - Cambios uso de la zona:** Durante la etapa de construcción y funcionamiento la afectación más intensa estará relacionada con el desmonte y limpieza de la zona de obra.
- **Socio-cultural: Valores Culturales:** Los valores culturales no se verán modificados por las acciones directas de la obra, derivadas en la etapa de construcción del CAEB.
- **Medio Perceptual - Paisaje:** El paisaje circundante presentará impacto de considerada importancia, dado que la infraestructura que se construya, reemplazará a la actual, generando un nuevo escenario con características diferentes que se incorporan puntualmente en el área de implantación del proyecto. Por lo que se considera que este impacto durante la etapa de funcionamiento, afectará el paisaje en condiciones actuales, en forma conjunta con las obras de arte que se realicen, ya que comenzarán a formar parte del paisaje circundante.

5.3 Valoración de Impactos

Los atributos y características de los impactos que se tuvieron en cuenta para su valoración fueron los siguientes:

- **Por su Clasificación General**



Negativo Significativo: El impacto deteriora significativamente la calidad del ambiente definida en el estado de Base.



Negativo Medio: El impacto tiene una incidencia media sobre la calidad del ambiente definida en el estado de base.



Negativo Menor: El impacto tiene incidencia negativa menor sobre la calidad del ambiente definida en el estado de base.



Positivo Significativo: El impacto mejora significativamente la calidad del ambiente definida en el estado de base.



Positivo Medio: El impacto tiene incidencia positiva media sobre la calidad del ambiente definida en el estado de base.



Positivo Menor: El impacto tiene incidencia positiva menor sobre la calidad del ambiente definida en el estado de base.

- **Por su Signo**

Se refiere al carácter beneficioso o perjudicial de los cambios producidos por las distintas acciones sobre los factores ambientales considerados. Estos cambios en el ambiente surgen como diferencia entre **la situación actual o sin proyecto y la situación con proyecto**. En este sentido tenemos:

Por su signo	Descripción	Valor
Positivo (+)	Impacto beneficioso, mejora la situación del factor ambiental analizado.	+
Negativo (-)	Impacto perjudicial, produce una alteración o pérdida de la calidad ambiental.	-

- **Por su Efecto (EF)**

Se refiere a la relación causa-efecto que producirá el impacto. En el siguiente cuadro se indica su clasificación y peso que se le dará en la evaluación.

Por su efecto	Descripción	Valor
Directo (D)	Con repercusiones directas sobre el factor considerado.	2
Indirecto (I)	Con repercusiones indirectas sobre el factor considerado	1

- **Por el grado de reversibilidad (GR)**

Hace referencia a la posibilidad de un retorno al estado inicial sin intervención del hombre, una vez cesada la acción que le da origen. Se consideran las siguientes categorías:

Por grado de reversibilidad	Descripción	Valor
Reversible (R)	Con repercusiones directas sobre el factor considerado.	1
Irreversible (I)	Con repercusiones indirectas sobre el factor considerado	2

- **Característica del Impacto (CI)**

Se evalúan las características del impacto para determinar si este es mitigable o no.

Por grado de mitigabilidad	Descripción	Valor
Mitigable (M)	Con repercusiones directas sobre el factor considerado.	1
No Mitigable (NM)	Con repercusiones indirectas sobre el factor considerado	2

- **Por la persistencia del efecto (PE)**

Hace referencia a la extensión temporal del impacto sobre el medio y sus factores afectados, es decir la duración del efecto:

Por grado de permanencia	Descripción	Valor
Temporario (T)	Con repercusiones directas sobre el factor considerado.	1
Permanente (P)	Con repercusiones indirectas sobre el factor considerado	2

- **Por su intensidad (I)**

Se mide la intensidad de un impacto ambiental y se define como el grado de incidencia de la acción analizada sobre el factor ambiental dado. Describe el vigor o la importancia del impacto. Para la presente EIA se ha adoptado el criterio de

calificar subjetivamente a la intensidad del impacto de acuerdo a la siguiente escala:

Por grado de intensidad	Descripción	Valor
Bajo (B)	Con repercusión poco apreciable.	1
Medio (M)	Con repercusiones apreciables.	2
Alto (A)	Con repercusiones notables.	3

Todos estos atributos fueron valorados y combinados en una ecuación matemática, establecida por el Grupo Consultor IATASA Ingeniería, la que permitió obtener el valor de cada impacto ambiental previamente identificado. En esta fórmula se utilizó la operación de multiplicación, por considerarse que es la más representativa de los efectos de amplificación sinérgica producidos entre los impactos, cuando coexisten o se presentan en la realidad al mismo tiempo. La ecuación a utilizarse es la que se detalla a continuación:

$$\text{VIA} = \pm (\text{EF} + \text{GR} + \text{CI} + \text{PE}) \times \text{I}$$

Donde:

VIA = Valor del impacto ambiental

EF = Efecto

GR = Grado de reversibilidad. Puede ser reversible (R) o irreversible (I)

CI = Posibilidad de mitigación. Puede ser mitigable (M) o no mitigable (NM)

PE = Persistencia o duración temporal. Puede ser temporario (T) o permanente (P)

I = Intensidad. Puede ser alto (A), medio (M) o bajo (B)

Las Matrices de Valoración de Impactos para cada una de las etapas del proyecto (Construcción, Operación y Cierre), se adjuntan en Anexo 17.

5.4 Desarrollo de la Evaluación

5.4.1 Etapa de Construcción

Para la Etapa de Construcción del Centro Ambiental El Borbollón, se confeccionó una Matriz de Identificación de Impactos, de donde surgieron 75 impactos, de los cuales 42 resultaron negativos y 33 positivos.

Esta matriz de identificación de impactos se subdividió por cada etapa de obra (40 etapas) y luego con la información surgida de esta matriz, se construyó la matriz de valoración de impactos, también por etapa de obra, utilizando la metodología de valoración expuesta precedentemente.

Como resultado de la valoración de los impactos, surgieron los impactos significativos, tanto positivos como negativos, que fueron los que se valoraron con una intensidad de 3 (Alto impacto), según la metodología de valoración propuesta.

También a los efectos de resumir los impactos valorados durante esta etapa y no realizar una contabilización múltiple de los impactos se construyó una Matriz de Valoración Global de Impactos para la Etapa de Construcción. Todas las matrices mencionadas se agregan en el Anexo 17.

Finalmente, se construyó una Tabla Resumen de los impactos significativos para la Etapa de Construcción y una Tabla de Descripción de Impactos (positivos y negativos) con identificación de las correspondientes Medidas de Mitigación para los impactos negativos.

5.4.1.1 Impactos Negativos

Los impactos negativos significativos identificados luego de la valoración de los mismos, para la Etapa de Construcción son los impactos denominados con los siguientes números: 5, 9, 19, 24, 25, 27, 32, 62 y 63. La descripción de los mismos se encuentra especificada en la Tabla de Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación para la Etapa de Construcción.

A continuación se agrega la Tabla de Resumen de los Impactos Significativos en la Etapa de Construcción.

Tabla 1: Resumen de Impactos Significativos – Etapa de Construcción

Resumen de Impactos Significativos-Etapa de Construcción				
Factor Ambiental		ID Impacto	Impacto positivo	Impacto Negativo
Factor	Componente			
AIRE	Calidad del Aire	5	0	-15
AGUA SUP.	Escurremientos	9	0	-21
SUELOS	Calidad /Capacidad	19	0	-24
	Asentamientos	24	0	-24
	Asentamientos	25	0	-24
GEOLOGÍA	Estabilidad Estructural	27	0	-24
FLORA	Especies Naturales	32	0	-21
CULTURA Y SOCIEDAD	HyS Laboral	62	0	-15
		63	0	-15
AGUA SUBT.	Calidad del Agua	16	24	0
FLORA	Forestación	34	24	0
		35	24	0

Resumen de Impactos Significativos-Etapa de Construcción					
Factor Ambiental		ID Impacto	Impacto positivo	Impacto Negativo	
Factor	Componente				
MEDIOS ECONÓMICOS	Generación de Empleo	46	24	0	
	Actividad Económica	51	18	0	
	Valor de la propiedad		52	24	0
			53	24	0
			54	24	0
			55	24	0
			56	24	0
CULTURA Y SOCIEDAD	HyS Laboral	65	24	0	
TOTALES			258	-183	

De la observación de la Tabla de Resumen para esta etapa surge que los factores ambientales afectados por los impactos negativos significativos son los siguientes:

- AIRE: Calidad del Aire.
- AGUA SUPERFICIAL: Esguimientos
- SUELOS: Calidad/Capacidad, Asentamientos.
- GEOLOGÍA: Estabilidad Estructural.
- FLORA: Especies Naturales.
- CULTURA Y SOCIEDAD: Higiene y Seguridad Laboral.

La valoración de los mismos y las actividades impactantes asociadas, se puede ver en detalle en la Matriz de Valoración Global para la Etapa de Construcción, y Tabla de Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación para la Etapa de Construcción.

5.4.1.2 Impactos Positivos

Los impactos positivos significativos detectados luego de la valoración de los mismos, para la Etapa de Construcción son los impactos designados con los siguientes números: 16, 34, 35, 46, 51, 52, 53, 54, 55, 56 y 65. La descripción de los mismos se encuentra especificada en la Tabla de Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación para la Etapa de Construcción.

De la observación de la Tabla de Resumen para esta etapa surge que los factores ambientales afectados por los impactos positivos significativos son los siguientes:

- AGUA SUBTERRÁNEA: Calidad del Agua.
- FLORA: Forestación.

- MEDIOS ECONÓMICOS: Generación de empleo, Actividad Económica y Valor de la propiedad.
- CULTURA Y SOCIEDAD: Higiene y Seguridad Laboral.

A su vez, como conclusión de la valoración de los impactos volcados en la Matriz de Valoración de Impactos Globales para la Etapa de Construcción, surge como resultado final que en esta etapa se producirán un 49% de impactos negativos y un 51% de impactos positivos con relación al total de impactos valorados.

5.4.1.3 Impactos Negativos por etapa de Obra

Tabla 2: Impactos significativos por Etapa de Obra

Etapa de Obra		Impactos Significativos				
ID	Denominación	Negativos		Positivos		Total Cant.
		Ident.	Cant.	Ident.	Cant.	
1	Cierre Perimetral	-	0	51	1	1
2	Acopio de materiales y obrador	.	0	51 y 60	2	2
3	Limpieza y Desmonte	32	1	51	1	2
4	Excavación Módulo y pileta de lixiviados	5, 27, 9 y 62	4	51	1	5
5	Acopio de materiales para terraplenes	63	1	51	1	2
6	Conformación y Compactación de terraplenes	24, 27 y 63	3	46 y 51	2	5
7	Conformación de fondo de Módulo	5, 9, 24, 27, 62 y 63	6	16, 46 y 51	3	9
8	Conformación bermas de separación	24, 27 y 63	3	46 y 51	2	5
9	Conformación suelo bentonítico	24, 27 y 63	3	46 y 51	2	5
10	Colocación membrana PEAD	-	0	16 y 51	2	2
11	Colocación suelo de protección membrana	24, 27 y 63	3	46 y 51	2	5
12	Construcción de edificios	9, 19, 25, 27, 62 y 63	6	51 y 52	2	8
13	Construcción camino de acceso	63	1	51, 53 y 65	3	4
14	Construcción camino perimetral Módulo	63	1	51 y 65	2	3
15	Construcción caminos internos sector obras complementarias	63	1	51, 53 y 65	3	4
16	Construcción playas de maniobras	25	1	51	1	2
17	Construcción pileta almacenamiento aguas pluviales	5, 9, 24, 27, 62 y 63	6	46 y 51	2	8
18	Construcción de canalizaciones pluviales	5, 9, 24, 27, 62 y 63	6	16, 46 y 51	3	9

Etapa de Obra		Impactos Significativos				
ID	Denominación	Negativos		Positivos		Total Cant.
		Ident.	Cant.	Ident.	Cant.	
19	Colocación sistema de colección de lixiviados	63	1	51	1	2
20	Construcción dren horizontal de Biogás	63	1	51	1	2
21	Tendido Eléctrico y Subestación	19 y 25	2	51 y 54	2	4
22	Instalación Eléctrica Sectores Externos	-	0	51 y 54	2	2
23	Instalación Eléctrica Sectores Internos	-	0	-	0	0
24	Construcción Pozo extracción de agua	-	0	34, 51, 55 y 65	4	4
25	Construcción cisterna y tanque elevado	19 y 2	2	51	1	3
26	Construcción desagües pluviales edificios	-	0	-	0	0
27	Instalación interna de agua y cloaca	-	0	-	0	0
28	Construcción / Instalación Planta Tratamiento de Efluentes	19 y 25	2	51	1	3
29	Instalación cisternas de almacenamiento	5, 9, 19, 25, 27 y 62	6	51	1	7
30	Construcción enlaces comunicaciones	-	0	51 y 54	2	2
31	Instalación sistema de seguridad	-	0	51	1	1
32	Instalación acondicionamiento interno de edificios	-	0	51	1	1
33	Provisión y colocación cartelería de seguridad	-	0	51	1	1
34	Provisión y montaje de equipamiento electromecánico	19	1	51	1	2
35	Provisión equipos operación relleno	19	1	51	1	2
36	Provisión equipamiento taller y oficinas	-	0	51	1	1
37	Manejo y Control de Plagas	63	1	-	0	1
38	Forestación y parquización	-	0	35, 51 y 56	3	3
39	Provisión / Instalación de señalización final	-	0	51	1	1
40	Desmantelamiento obrador	-	0	51	1	1

La conclusión de esta evaluación indica que son **6 las Etapas de Obra**, que presentan los mayores impactos negativos significativos: Excavación de Módulo y pileta de lixiviados (4), Conformación de fondo de módulo (7), Construcción de edificios (12), Construcción de pileta de almacenamiento de aguas pluviales (17), Construcción de canalizaciones pluviales (18) e Instalación de cisternas de almacenamiento (29).

Los impactos asociados a estas etapas son: 5, 9, 19, 24, 25, 27, 62 y 63, cuya descripción se acompaña a continuación:

Tabla 3: Impactos Negativos en la Etapa de Construcción

ID	IMPACTO	DESCRIPCIÓN
5	Aumento material particulado y emisiones por desmonte, excavaciones y construcción de terraplenes	Aumento de material particulado y polvo, por los trabajos de la maquinaria pesada en tareas de desmonte, excavaciones y conformación terraplenes. Todo esto, afectará el microclima laboral debido fundamentalmente a los ruidos, polvos en suspensión y gases de combustión de las máquinas.
9	Alteración de escurrimientos naturales en forma permanente	Durante las obras de construcción de terraplenes y tareas de excavación de módulos para el relleno sanitario, se puede llegar a modificar el sistema de escurrimientos superficiales.
19/25	Modificación de calidad y capacidad del suelo (construcciones)	La construcción del Módulo y de las obras civiles complementarias impactarán negativamente sobre los factores calidad-capacidad, asentamiento-compactación y erosión de los suelos en su característica superficial, debido a que estos factores se verán modificados irreversiblemente respecto de las condiciones naturales del suelo, ya que las obras de construcción y operación alterarán el grado de compactación original y erosionarán el suelo, modificando su capacidad de base.
24	Pérdida de capacidad de infiltración	Por los distintos trabajos previstos para la construcción del Centro Ambiental, se modificará en forma permanente la permeabilidad del suelo.
27	Modificación de comportamiento estructural	La afectación sobre la estabilidad intrínseca natural de los suelos durante la ejecución de excavaciones para obras de arte y celdas, que produce un impacto irreversible, deberá ser tomada en cuenta durante el cálculo estructural para su mitigación.
62	Riesgos de desmoronamientos	En los trabajos de excavación para el Módulo de relleno sanitario y piletas de acopio, implica riegos de desmoronamiento de suelos, que pueden afectar gravemente a los trabajadores de la obra.
63	Riesgo por manipulación de combustibles y químicos	Se estima que se pueden presentar problemas de afectación de suelos y aguas por posibles derrames de combustibles y/o aceites, y manipulación de elementos químicos, en sectores de carga y almacenamiento. También existen riesgos de incendios y exposición y posible afectación a los operarios involucrados en estas tareas.

Todos estos impactos serán provocados principalmente por las actividades de excavaciones tanto para la construcción del módulo de disposición final como de las obras complementarias, construcción de edificios, y manejo de combustibles. Las Medidas de Mitigación a implementar para cada uno de los impactos detectados se resumen en las Tablas de Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación.

Por otra parte, y en función del Cronograma de Etapas de Obra se puede observar que las tareas de excavación de Módulo y Pileta, tiene una duración de 200 días, comenzando en el segundo mes desde el inicio de obra; y las tareas de conformación de fondo de módulo inician 7 meses después y tienen una duración

de 60 días, extendiéndose un mes después de finalizadas las tareas de excavación del módulo.

Por otra parte, las actividades de construcción de edificios se inician 2,5 meses después de las excavaciones y tienen una duración de 240 días, prolongándose 4,5 meses posteriores a la finalización de las excavaciones. Las tareas de construcción de la pileta de almacenamiento de aguas pluviales y canalizaciones, se inicia medio mes antes de finalizar las excavaciones del módulo y finalizan un mes después de las mismas. Y la construcción de las cisternas de almacenamiento se inician unos días antes de finalizadas las obras de construcción de edificios y finalizan un mes después de las mismas.

Por todo esto, podemos concluir que los impactos negativos más significativos de la obra se van a producir, a partir del segundo mes de iniciados los trabajos, y se prolongarán por un período de 15 meses posteriores a esta fecha.

Si tenemos en cuenta que la duración total de la obra es de 21,5 meses, en función de las observaciones precedentes, se puede indicar que los impactos negativos significativos se producirán a partir del segundo mes del inicio de obra y hasta el mes 19. En este sentido y haciendo un balance final podemos decir que en el 70% del total del tiempo de la etapa de construcción del proyecto se producirán impactos negativos significativos, para los cuales como ya se indicó precedentemente se han previsto las medidas de mitigación correspondiente.

De lo anterior surge que, omitiendo las tareas iniciales de limpieza de terreno, cierre perimetral, preparación de obrador y las tareas finales de provisión y colocación de equipos, colocación de cartelera de señalización y finalización de tareas de impermeabilización; todas las tareas que hacen a las actividades de construcción del Centro Ambiental (construcción del módulo, caminos, construcción de obras complementarias), provocarán impactos negativos significativos en casi la totalidad de la Etapa de Construcción.

5.4.2 Etapa de Operación

Para la Etapa de Operación del Centro Ambiental El Borbollón, se confeccionó una Matriz de Identificación de Impactos, en donde se identificaron 87 impactos, de los cuales 36 son impactos negativos y 51 son positivos.

Con la información surgida de esta matriz, se construyó la matriz de valoración de impactos, utilizando la metodología de valoración expuesta precedentemente.

Como resultado de la valoración, surgieron los impactos significativos, tanto positivos como negativos, que fueron los que se valoraron con una intensidad de 3 (Alto impacto), según la metodología de valoración propuesta. Todas las matrices mencionadas se agregan en el Anexo 17.

Finalmente, se construyó una Tabla Resumen de los impactos significativos para la Etapa de Operación y una Tabla de Descripción de Impactos (positivos y negativos)

con identificación de las correspondientes Medidas de Mitigación para los impactos negativos detectados.

5.4.2.1 Impactos Negativos

Los impactos negativos significativos identificados luego de la valoración de los mismos, para la Etapa de Operación son los impactos designados con los siguientes números: 3, 22, 40, 42, 44, y 65. La descripción de los mismos se encuentra especificada en la Tabla de Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación para la Etapa de Operación.

A continuación se agrega una Tabla de Resumen de los Impactos Significativos en la Etapa de Operación.

Tabla 4: Resumen Impactos Significativos – Etapa de Operación

Resumen de Impactos Significativos - Etapa de Operación				
Factor Ambiental		ID Impacto	Impacto positivo	Impacto Negativo
Factor	Componente			
AIRE	Calidad del Aire	3	0	-21
AGUA SUP.	Escurrimientos	22	0	-21
GEOLOGÍA	Estabilidad Estructural	40	0	-24
GEOMORFOLOGÍA	Relieve	42	0	-24
	Pendiente	44	0	-21
CULTURA Y SOCIEDAD	Salud Pública	65	0	-21
AIRE	Calidad del Aire	5	21	0
CULTURA Y SOCIEDAD	Salud Pública			
	HyS Laboral			
	Calidad de Vida			
	Nvos. Espacios Recreat.			
POBLACIÓN	Aceptabilidad Social			
ENTORNO Y PAISAJE	Caract. Nat. del Paisaje	9	21	0
	Cualidades Estéticas			
AIRE	Calidad del Aire	9	21	0
AGUA SUP.	Calidad del Agua			
AGUA SUBT.	Calidad del Agua			
SUELOS	Calidad/Capacidad			
GEOLOGÍA	Estabilidad Estructural			
FAUNA	Animales Terrestres			
CULTURA Y SOCIEDAD	Salud Pública			
	HyS Laboral			
	Calidad de Vida			
	Nvos. Espacios Recreat.			

Resumen de Impactos Significativos - Etapa de Operación				
Factor Ambiental		ID Impacto	Impacto positivo	Impacto Negativo
Factor	Componente			
POBLACIÓN	Riesgo Poblacional			
	Aceptabilidad Social			
ENTORNO Y PAISAJE	Uso Actual del Suelo			
AIRE	Calidad del Aire	10	24	0
SUELOS	Calidad/Capacidad			
FLORA	Especies Naturales			
CULTURA Y SOCIEDAD	Salud Pública			
	HyS Laboral			
POBLACIÓN	Riesgo Poblacional	13	24	0
	Aceptabilidad Social			
AIRE	Nivel de olores	16	15	0
AIRE	Nivel de olores			
CULTURA Y SOCIEDAD	HyS Laboral			
	Calidad de Vida			
ENTORNO Y PAISAJE	Uso Actual del Suelo	26	21	0
AGUA SUP.	Calidad del Agua			
AGUA SUBT.	Calidad del Agua			
SUELOS	Calidad/Capacidad			
SUELOS	Calidad/Capacidad			
CULTURA Y SOCIEDAD	Salud Pública			
	HyS Laboral			
	Calidad de Vida			
ENTORNO Y PAISAJE	Nvos. Espacios Recreat.			
	Caract. Nat. del Paisaje			
	Cualidades Estéticas			
AGUA SUP.	Calidad del Agua	27	24	0
AGUA SUBT.	Calidad del Agua			
SUELOS	Calidad/Capacidad			
GEOLOGÍA	Permeabilidad de las Formaciones			
CULTURA Y SOCIEDAD	Salud Pública			
	Nvos. Espacios Recreat.			
POBLACIÓN	Riesgo Poblacional	36	24	0
SUELOS	Calidad/Capacidad			
FLORA	Forestación			
FAUNA	Fauna Nociva	49	24	0

Resumen de Impactos Significativos - Etapa de Operación				
Factor Ambiental		ID Impacto	Impacto positivo	Impacto Negativo
Factor	Componente			
MEDIOS ECONOM.	Generación de empleo	53	24	0
MEDIOS ECONOM.	Infraestructura y Servicios Públicos	56	24	0
POBLACIÓN	Riesgo Poblacional			
	Aceptabilidad Social			
ENTORNO PAISAJE	Uso Actual del Suelo	63	24	0
	Uso Futuro del Suelo			
MEDIOS ECONOM.	Actividad Económica	67	24	0
CULTURA Y SOCIEDAD	Salud Pública	68	24	0
	Calidad de Vida			
CULTURA Y SOCIEDAD	Salud Pública	74	24	0
	Calidad de Vida			
CULTURA Y SOCIEDAD	HyS Laboral	76	24	0
CULTURA Y SOCIEDAD	Calidad de Vida	85	24	0
ENTORNO PAISAJE	Uso Actual del Suelo			
ENTORNO PAISAJE	Visibilidad del Área de Trabajo	85	24	0
	Cualidades Estéticas			

De la observación de la Tabla de Resumen para esta etapa surge que los factores ambientales afectados por los impactos negativos significativos son los siguientes:

- AIRE: Calidad del Aire.
- AGUA SUPERFICIAL: Esguimientos
- GEOLOGÍA: Estabilidad Estructural.
- GEOMORFOLOGÍA: Relieve y Pendiente
- CULTURA Y SOCIEDAD: Salud Pública.

La valoración de los mismos y las actividades impactantes asociadas, se puede ver en detalle en la Matriz de Valoración para la Etapa de Operación, y Tabla de Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación para la Etapa de Operación.

5.4.2.2 Impactos Positivos

Los impactos positivos significativos detectados luego de la valoración de los mismos, para la Etapa de Operación son los impactos designados con los siguientes números: 5, 9, 10, 13, 16, 26, 27, 36, 49, 53, 56, 63, 67, 68, 74, 76 y 85. La descripción de los mismos se encuentra especificada en la Tabla de Análisis de Impactos y Medidas de Mitigación para la Etapa de Operación.

De la observación de la Tabla de Resumen para esta etapa surge que los factores ambientales afectados por los impactos positivos significativos son los siguientes:

- AIRE: Calidad del Aire, Nivel de olores.
- AGUA SUPERFICIAL: Calidad del Agua.
- AGUA SUBTERRÁNEA: Calidad del Agua.
- SUELOS: Calidad /Capacidad.
- GEOLOGÍA: Estabilidad Estructural, Permeabilidad de las formaciones.
- FLORA: Especies Naturales, Forestación.
- FAUNA: Animales Terrestres, Fauna Nociva.
- CULTURA Y SOCIEDAD: Salud Pública, Higiene y Seguridad Laboral, Calidad de Vida y Nuevos Espacios Recreativos.
- POBLACIÓN: Aceptabilidad Social, Riesgo Poblacional.
- ENTORNO Y PAISAJE: Características Naturales del Paisaje, Cualidades Estéticas, Uso Actual del suelo, Uso Futuro del suelo, Visibilidad del Área de Trabajo.
- MEDIOS ECONÓMICOS: Generación de empleo, Infraestructura y Servicios Públicos, Actividad Económica.

A su vez, como conclusión de la valoración de los impactos volcados en la Matriz de Valoración de Impactos para la Etapa de Operación, surge como resultado final que en esta etapa se producirán un 35% de impactos negativos y un 65% de impactos positivos con relación al total de impactos valorados.

La conclusión de esta evaluación indica que los impactos negativos significativos asociados a la Etapa de Operación son los impactos designados con los siguientes números: 3, 22, 40, 42, 64, 65, 72, cuya descripción se acompaña a continuación:

Tabla 5: Resumen de Impactos Negativos Significativos – Etapa de Operación

ID	IMPACTO	DESCRIPCIÓN
3	Aumento de material particulado y emisiones	Aumento de material particulado y polvo, por los trabajos de la maquinaria pesada en tareas de excavación para la obtención de material de cobertura para el módulo. Todo esto, afectará el microclima laboral debido fundamentalmente a los ruidos, polvos en suspensión y gases de combustión de las máquinas.
22	Modificación de escurrimientos por excavaciones	A los efectos de no mantener un acopio de materiales en forma permanente, se excavará el material de cobertura para el módulo en operación, del sitio donde está prevista la construcción del segundo módulo. Esto disminuirá la posibilidad de generación de material particulado, pero puede producir cambios en el sentido de los escurrimientos naturales.
40	Modificación de comportamiento estructural	La afectación sobre la estabilidad intrínseca natural de los suelos durante la ejecución de las excavaciones para obtención de material de cobertura, produce un impacto irreversible, que deberá ser tenido en cuenta durante el cálculo estructural para su mitigación.

ID	IMPACTO	DESCRIPCIÓN
42 y 44	Modificación del relieve natural por operación del módulo	La ejecución de las celdas y posterior vertido y enterramiento de los residuos sólidos, constituyen un impacto negativo en lo referente a la variación del relieve y la pendiente de los suelos naturales. Esto provoca un impacto en forma permanente.
65	Afectación por manejo de residuos en el CA	Las operaciones de vertido y almacenamiento de los residuos sólidos en las celdas, junto con la selección, separación y compostaje de la fracción orgánica, producen impactos negativos sobre el entorno por generación de olores, ruidos y material particulado, hasta tanto se realice la cobertura diaria. Por otra parte, estas operaciones producirán un impacto negativo sobre la salud ocupacional, debido al riesgo de contagios y a los inevitables olores de la actividad.
72	Altos Riesgos laborales por tareas específicas	Las operaciones de captación y recirculación de líquidos lixiviados, generarán un importante impacto negativo sobre la salud ocupacional, por los altos contenidos de elementos tóxicos que poseen estos líquidos.

Todos estos impactos estarán provocados principalmente por las actividades de excavaciones para las tareas de cobertura de celda; por el vuelco, distribución y compactación de residuos; y por la gestión de líquidos lixiviados. Las Medidas de Mitigación a implementar para cada uno de los impactos detectados se resumen en las Tablas de Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación.

5.4.3 Etapa de Cierre

Para la Etapa de Cierre del Centro Ambiental El Borbollón, se confeccionó una Matriz de Identificación de Impactos, en donde se detectaron 36 impactos, de los cuales 6 son impactos negativos y 30 son positivos.

Con la información surgida de esta matriz, se construyó la matriz de valoración de impactos, utilizando la metodología de valoración expuesta precedentemente.

Como resultado de la valoración de los impactos, surgieron impactos significativos, tanto positivos como negativos, que fueron los que se valoraron con una intensidad de 3 (Alto impacto), según la metodología de valoración propuesta. Todas las matrices mencionadas se agregan en el Anexo 17.

Finalmente se construyó una Tabla Resumen de los impactos significativos para la Etapa de Cierre y una Tabla de Descripción de Impactos (positivos y negativos) con identificación de las correspondientes Medidas de Mitigación para los impactos negativos.

5.4.3.1 Impactos Negativos

No se identificaron impactos negativos significativos para la etapa de cierre. Los únicos impactos negativos identificados y que fueron valorados con una intensidad

media (valor 2), se relacionan con la tarea de cobertura final del último módulo en operación.

La descripción de todos los impactos para esta etapa se encuentra especificada en la Tabla de Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación para la Etapa de Cierre.

A continuación se agrega una Tabla de Resumen de los Impactos Significativos en la Etapa de Cierre.

Tabla 6: Resumen de Impactos Significativos – Etapa de Cierre

Resumen de Impactos-Etapa de Cierre				
Factor Ambiental		ID Impacto	Impacto positivo	Impacto Negativo
Factor	Componente			
AIRE	Calidad del Aire	4	24	0
SUELOS	Calidad/Capacidad			
FLORA	Especies Naturales			
CULTURA Y SOCIEDAD	Salud Pública HyS Laboral			
AIRE	Calidad del Aire	5	24	0
AGUA SUBT.	Calidad del Agua			
SUELOS	Calidad/Capacidad			
GEOLOGÍA	Estabilidad Estructural			
FAUNA	Animales Terrestres			
CULTURA Y SOCIEDAD	Salud Pública			
ENTORNO PAISAJE	Cualidades Estéticas			
SUELOS	Calidad/Capacidad	16	24	0
GEOMORFOLOGÍA	Relieve	19	24	0
FLORA	Especies Naturales	24	24	0
FAUNA	Biodiversidad	27	24	0
	Animales Terrestres			
	Aves - Insectos			
CULTURA Y SOCIEDAD	Salud Pública	31	24	0
	Calidad de Vida			
ENTORNO PAISAJE	Uso actual de suelo			
	Uso futuro de suelo			
	Caract. Naturales del Paisaje			
	Cualidades Estéticas			
CULTURA Y SOCIEDAD	Salud Pública	32	24	0
	Calidad de Vida			

Resumen de Impactos-Etapa de Cierre				
Factor Ambiental		ID Impacto	Impacto positivo	Impacto Negativo
Factor	Componente			
POBLACIÓN	Riesgo Poblacional	35	24	0
ENTORNO PAISAJE	Uso actual de suelo			
	Uso futuro de suelo			
POBLACIÓN	Riesgo Poblacional	35	24	0
	Aceptabilidad Social			
ENTORNO Y PAISAJE	Cualidades Estéticas			

5.4.3.2 Impactos Positivos

Los impactos positivos significativos detectados luego de la valoración de los mismos, para la Etapa de Cierre son los impactos designados con los siguientes números: 4, 5, 16, 19, 24, 27, 31, 32 y 85. La descripción de los mismos se encuentra especificada en la Tabla de Análisis de Impactos y Medidas de Mitigación para la Etapa de Cierre.

De la observación de la Tabla de Resumen para esta etapa surge que los factores ambientales afectados por los impactos positivos significativos son los siguientes:

- AIRE: Calidad del Aire, Nivel de olores.
- AGUA SUBTERRÁNEA: Calidad del Agua.
- SUELOS: Calidad /Capacidad.
- GEOLOGÍA: Estabilidad Estructural.
- GEOMORFOLOGÍA: Relieve.
- FLORA: Especies Naturales.
- FAUNA: Biodiversidad, Animales Terrestres, Aves – Insectos.
- CULTURA Y SOCIEDAD: Salud Pública, Higiene y Seguridad Laboral, Calidad de Vida.
- POBLACIÓN: Riesgo Poblacional, Aceptabilidad Social.
- ENTORNO Y PAISAJE: Cualidades Estéticas, Uso Actual del Suelo, Uso Futuro del Suelo, Características Naturales del Paisaje.

A su vez, como conclusión de la valoración de los impactos volcados en la Matriz de Valoración de Impactos para la Etapa de Cierre, surge como resultado final que en esta etapa se producirán un 11% de impactos negativos y un 71% de impactos positivos con relación al total de impactos valorados.

5.5 Conclusiones de la Evaluación de impactos

De la evaluación de los impactos ambientales a producirse en las distintas etapas del proyecto de Construcción y Operación del Centro Ambiental El Borbollón, surge que los principales impactos negativos a producirse en la Etapa de Construcción, se relacionan con las actividades de excavación, construcción de nuevas edificaciones y manipulación de combustibles.

Y los impactos positivos significativos, se relacionan con las actividades de impermeabilización de suelos que evitarán la contaminación de aguas subterráneas; la incorporación de nueva masa verde por forestación; la generación de empleo y el incremento de la actividad económica por requerimientos de materiales y servicios de obra; como así también la incorporación de nuevas infraestructuras de servicio en el sitio como agua, electricidad y caminos, que favorecerán las actividades en las distintas etapas de proyecto y sus posibles usos futuros.

Para la Etapa de Operación, se prevé una disminución de los impactos negativos significativos a generarse, según surge de las evaluaciones realizadas. En esta etapa los impactos negativos se asocian principalmente las actividades de excavación para la obtención de material de cobertura para las celdas, al vuelco y distribución de residuo en celda y a la gestión de los líquidos lixiviados a generarse.

Los impactos positivos significativos identificados en esta etapa se relacionan con el control y monitoreo de emisiones de biogás, que permitirán la prevención de accidentes por la combustión de los gases a generarse en el relleno, y el control de emisiones de gases efecto invernadero; el control de olores por monitoreos permanentes, como así también el monitoreo permanente de los líquidos lixiviados generados; la cobertura diaria de residuos; el tratamiento de los efluentes generados en las obras complementarias; la mejora de suelos por tareas de forestación y jardinería; la conformación de una barrera verde para evitar visuales, dispersión de polvos, material liviano y ruidos; generación de empleo para personal sin calificación en los sectores de Planta de Separación y Sector Compostaje; el incremento de la actividad económica por venta de material recuperado; y **fundamentalmente y como principal impacto positivo, el hecho de contar con un sitio de tratamiento y disposición final controlada de RSU, para la Zona Metropolitana de Mendoza.**

Finalmente, y para la etapa de Cierre no se identificaron impactos negativos significativos, y entre los principales impactos positivos detectados se pueden citar: la recomposición del sitio por revegetación, forestación y tareas de mantenimiento que genera la posibilidad de un futuro uso del mismo para actividades culturales y recreativas; y el control y mantenimiento de los sistemas de gestión de biogás y lixiviados, hasta el agotamiento de los mismos.

El detalle de cada uno de estos impactos con sus actividades asociadas, se encuentra desarrollado en la Tabla de Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación para cada una de las Etapas.

5.6 Descripción del posible escenario ambiental modificado

La realización del proyecto no generará mayores cambios en el paisaje, ya que se trata de una zona con emprendimientos industriales y actividades de saneamiento. Se perturbará el área en una superficie de 90 has., a través de la instalación de edificios, caminos de circulación, módulo de disposición final de residuos, cortinas forestales, etc.

En el sector de relleno, se observarán áreas desmontadas de vegetación, en forma gradual y creciente, a medida que transcurra el plazo de vida útil del proyecto. Pero desde el nivel de observación de una persona parada en el eje de la Ruta Nación N°40 (por donde se accede al predio), no se visualizan las instalaciones porque se trata de un terreno interno, aunque eventualmente pueda llegar a ser visible la barrera forestal.

Si bien el acceso al Centro Ambiental será el mismo que actualmente se utiliza para el ingreso al actual Vertedero de Residuos de la Municipalidad de Las Heras, con la puesta en marcha del proyecto se generará un tráfico de camiones más intenso, pero este emprendimiento coincide con la construcción de la doble vía sobre la Ruta Nacional N°40, que tendrá un nudo intercambiador cercano al actual ingreso al predio, que permitirá dar solución al conflicto actual de giro a la izquierda.

No es previsible que el desarrollo de este proyecto provoque modificaciones que vayan a ser acompañadas de cambios geológicos de raíz erosiva, climáticos o microclimáticos. El relieve resultante se verá alterado básicamente por la altura de los módulos de Disposición Final en su cota final (aproximadamente 15 m sobre el nivel de suelo actual), y en menor medida por la alzada de los edificios complementarios. Pero en este sentido es importante resaltar que el terreno de implantación, tiene una topografía natural bastante accidentada con presencia de morros, lomadas y sitios excavados, por lo cual el impacto de cambio de topografía por la construcción de los Módulos no será demasiado notable.

No se producirán cambios importantes en la calidad del aire actual, por las tareas de movimientos de suelos, teniendo en cuenta que actualmente se desarrollan las mismas actividades de movimiento de suelos en el Vertedero Controlado de Las Heras y Celda de Disposición Final de Residuos Patogénicos tratados. No obstante ello, en el *Plan de Manejo Ambiental*, se preveerán las correspondientes medidas de mitigación y control del material particulado.

Con respecto a los gases emanados del relleno, los mismos serán gestionados por los mecanismos previstos en el diseño del relleno (Ver **Anexo 7: Cálculo**

Generación Biogas y Sistema de Gestión), y se realizarán monitoreos continuos de los mismos, de acuerdo a lo establecido en el Programa de Monitoreo previsto para la Etapa de Operación, Clausura y Post-Clausura.

Los cambios en la calidad del aire, debido al transporte pesado sobre Ruta Nacional N°40 y el ingreso (aproximadamente 3 km), por camino interno semi-consolidado, podrán mitigarse estableciendo normas de velocidad máxima que contemplen la generación de polvo en base al tonelaje de los rodados, número de ejes, humedad de la carpeta, etc.

El perfil edáfico del lugar se verá profundamente modificado por las tareas de excavación de cimientos y celdas de disposición de RSU, siendo esta parte del proyecto la que demandará mayores movimientos de suelo, tanto durante la fase constructiva de los Módulos, como durante las operaciones del relleno que implicarán cobertura diaria de los mismos con suelo del lugar. Estos cambios son irreversibles dadas las características del emprendimiento.

Se producirán asimismo, modificaciones en los cursos de escurrimiento superficial del agua, debido a tareas de nivelación y canalización interna requeridas por la obra civil. Estas modificaciones afectarán una parte del sistema de drenaje superficial del área. No son previsibles cambios en los niveles freáticos.

Se prevé la afectación de la cobertura vegetal, en una parte del terreno asignada al proyecto (aproximadamente 90 has), ya sea por remoción directa o por impacto producido por el transporte de polvo generado en las operaciones de excavación y movimientos de suelo. Esta afectación no implicará la desaparición de comunidades vegetales singulares, protegidas ni endémicas, ya que las unidades florísticas de vegetación a afectar, están representadas abundantemente en el área circundante.

No son previsibles desapariciones de comunidades de fauna que se encuentran profusamente extendida en el área, aunque es esperable la relocalización de individuos, en el caso de roedores o el desplazamiento a áreas vecinas. También se puede producir la destrucción de hormigueros y madrigueras, durante las tareas de acondicionamiento del terreno y excavaciones. Durante la etapa operativa, es previsible el incremento de poblaciones de roedores, atraídos por los olores de la manipulación de residuos. Se prevé su control de acuerdo a las normas de control de olores y vectores establecidas en la Memoria de Operación (ver **Anexo 2: Memoria Técnica y Operativa**).

Uno de los aspectos relevantes del nuevo escenario a desarrollarse es la creación de condiciones de trabajo normalizadas para el personal afectado a la separación y clasificación de RSU. En este sentido cabe señalar que el diseño planteado en la Memoria Técnica del proyecto, cumple exhaustivamente con todos los requerimientos legales en materia de instalaciones sanitarias, condiciones de ventilación (ver **Anexo 3: Memoria de Cálculo de Ventilación**) y de iluminación de los planos de trabajo (Ver **Anexo 4: Memoria de Cálculo de Iluminación**).

La construcción del Centro Ambiental, generará nuevos puestos de trabajo de personal calificado a medianamente calificado (maquinistas y operadores de equipos, personal para los sectores de mantenimiento) y no calificado (personal para limpieza y separación de residuos en Planta), lo que permitirá absorber una parte de los actuales separadores informales de la zona.

Como la puesta en marcha del Centro Ambiental, permitirá la remediación de los actuales basurales, se observarán cambios positivos en la preservación de los recursos y calidad de vida de las poblaciones aledañas y en las microeconomías regionales.

No es esperable la generación de niveles de ruido superiores a los que actualmente se registran en el sector, a causa de las tareas de disposición final de RSU actual, en el Vertedero Controlado de Las Heras, actividades industriales y de saneamiento en el entorno del terreno, como así también el tránsito de la Ruta Nacional N°40. Con relación a la proximidad del Aeropuerto El Plumerillo, es importante destacar en primer lugar que las nuevas instalaciones no se ubican sobre la *superficie de aproximación del aeropuerto*, a diferencia de las actuales instalaciones de gestión de RSU.

Por otra parte, la construcción y operación del Centro Ambiental El Borbollón, implicará una mejora en las condiciones de operación del relleno sanitario, que conlleva la compactación y cobertura diaria de los residuos, aplicación de metodologías de control de plagas, y especificaciones más estrictas en cuanto a condiciones de higiene y propagación de olores, por lo cual, y de respetarse las lineamientos establecidos para esta etapa, no debería producirse la concurrencia de aves de mayor porte (especies carroñeras) que puedan implicar un riesgo para el Aeropuerto.

5.7 Medidas de Mitigación

Las medidas de mitigación del proyecto que aquí se exponen responden a los impactos ambientales negativos detectados a partir de la elaboración de las Matrices de Impacto Ambiental desarrolladas para cada una de las etapas del proyecto. Las mismas se diseñan teniendo en cuenta fundamentalmente las características ambientales del sitio del proyecto, integrando los elementos naturales y sociales del mismo con los factores económicos.

5.7.1 Etapa de Construcción

5.7.1.1 Medio Físico

- **Aire:** Debido al impacto sobre el microclima laboral y la calidad del aire se deberá efectuar el riego sistemático del suelo con camiones regadores durante la etapa de desmonte, nivelación del terreno y preparación de celdas para evitar la difusión de polvo en el aire. Asimismo, se deberá

verificar que las máquinas posean silenciadores para evitar ruidos excesivos y que la generación de gases de escape no sea excesiva.

- **Suelo:** La excavación, compactación e impermeabilización de los suelos producirán un impacto irreversible sobre la capacidad y compactación original de los suelos, afectando además la permeabilidad, el relieve de sus formas y acelerarán los procesos erosivos, los cuales se mitigarán minimizando las áreas a afectar.

En cuanto a la manipulación en el almacenamiento de combustible para las máquinas, se deberá escoger un lugar en donde las condiciones de permeabilidad del suelo sean muy bajas o nulas, como precaución de una posible fuga y la consecuente contaminación del suelo.

- **Geología y Geomorfología:** La afectación sobre la estabilidad intrínseca natural de los suelos durante la ejecución de excavaciones para obras de arte y celdas, que produce un impacto irreversible, deberá ser tenida en cuenta durante el cálculo estructural para su mitigación.
- **Medio Biótico – Flora:** El impacto irreversible producido tanto en la construcción de infraestructura (edificios, caminos, etc.) como en la construcción de las celdas por la remoción de la cubierta vegetal del predio en dichas áreas eliminará las especies florísticas autóctonas. Las medidas de mitigación parciales consistirán en la replantación de estas especies sobre la cubierta de la celda y sobre las áreas adyacentes. Aquellos individuos de vegetación que resulten adecuados para su trasplante y conservación deberán ser tratados de tal modo.

En la forestación del predio y de las zonas de alta degradación, se emplearán especies representativas de la vegetación local, teniendo en cuenta además que deben servir como cortina o barrera de protección contra polvos y vientos. Por otra parte se deberá procurar en todo momento minimizar las áreas a desmontar, debiendo limitarse a lo estrictamente necesario.

- **Medio Biótico: Fauna:** La fauna del lugar será impactada por varias acciones: los ruidos de la maquinaria, y la remoción de la cubierta de suelo, lo que implica rotura de madrigueras y cuevas. Se deberá contemplar como en los casos anteriores la minimización de las áreas a afectar.

Aquellas especies que resulten factibles de trasladar a áreas adyacentes serán removidas del lugar. Se deberá prohibir expresamente la cacería y captura de especies durante la fase de la obra.

5.7.1.2 Medio Socioeconómico

- **Salud Pública y Ocupacional:** Debido a la presencia de polvo y ruidos durante esta etapa por las tareas de excavación y movimiento de suelos en general, los obreros que realicen tareas en las inmediaciones serán provistos de barbijos y protectores auditivos. Se deberá contemplar el riego permanente de las áreas en las que se efectúe el desmonte y nivelación de modo tal de minimizar la cantidad de polvo en el aire.

5.7.2 Etapa de Operación

5.7.2.1 Medio Físico

- **Aire:** El microclima laboral durante las tareas de selección, reciclado y compostaje de la fracción orgánica se verá impactado negativamente debido al riesgo de contagios y a los inevitables olores propios de la actividad, los cuales se minimizarán cumpliendo lo indicado por la normativa existente en materia de Higiene y Seguridad Laboral.

Por otra parte, lo fijado en el diseño respecto de la cobertura diaria, contribuirá sobremanera a evitar la proliferación de olores y vectores sanitarios que contribuyan a impactar el aire del microclima laboral. Los vehículos que circulan por el área del relleno, ya sea la maquinaria pesada como los camiones con los residuos y eventualmente los camiones regadores usados en la compactación de fondos y de taludes, que transitan la zona durante toda la vida útil del relleno, provocarán un impacto negativo mínimo y puntual. Este impacto afecta en alguna medida la calidad del aire y los niveles de ruido. La minimización del mismo consiste en mantener en correctas condiciones de funcionamiento los motores de los vehículos para minimizar emisiones de gases y material particulado, regar periódicamente las zonas de circulación y trabajo en cuanto sea posible, y controlar la eficiencia de los silenciadores de dichos vehículos.

Respecto a la producción de ruidos, los niveles máximos estimados no superarán los valores admisibles, y el incremento respecto del nivel de base diurno se estima que será poco significativo.

Con relación a la emisión de biogás, la medida de mitigación del mismo está dada por el sistema de colección y quema alternativa de biogás diseñado, y el monitoreo continuo de metano y olores en el área de operación. Por otra parte, ya fue tenida en cuenta en el diseño de la grilla distribuidora de conductos de venteo de gases de cada celda, la cantidad suficiente como para difundir adecuadamente el gas en el aire.

De ser posible, se puede llevar a cabo un cierto ordenamiento de la zona del vertedero en cuanto a la biodegradabilidad de los componentes de los

residuos, tratando de agrupar en un cierto espacio la problemática de la generación de biogás (inclusive de los asentamientos diferenciales dentro del vertedero), lo cual permitirá tener un mejor manejo de la generación de los gases y un más óptimo control de los procesos de combustión y/o uso de los mismos.

En la acción de volteo de los residuos en las celdas de trabajo, se deberán utilizar mallas portátiles de dimensión mínima 1,5 veces la dimensión del frente de trabajo y de 1,5 m de altura, colocada en el extremo final de la celda y en la dirección del viento dominante, de modo tal de evitar la dispersión de papeles y plásticos por la acción del viento. Es por ello también que no se debe permitir el volteo en áreas no autorizadas.

En cuanto a la Planta de Separación se debe elegir el equipamiento de trabajo considerando que en su operación, presente los menores niveles de ruido interior y exterior. Las tecnologías utilizadas deberán contar con el equipo necesario para eliminación o reducción de contaminantes atmosféricos, especialmente los de material particulado.

En el perímetro de la Planta de Separación es recomendable la siembra de pasto y barreras arbóreas y arbustivas de rápido crecimiento. Esto complementado con las cortinas forestales indicadas en el proyecto, protegerá la calidad del medio circundante al sitio, al disminuir los niveles de ruido al exterior, minimizando además la propagación de los eventuales olores que en algún momento se pudiesen producir.

- **Agua Superficial y Agua Subterránea:** A efectos de evitar el contacto de los lixiviados y el agua de lluvia contaminada en las celdas con los acuíferos subterráneos o superficiales, se deberá cumplir en un todo lo especificado en el diseño del Módulo de disposición final, de modo tal de asegurar la estanqueidad total mediante la impermeabilización con la geomembrana, respetando la calidad y el espesor establecidos, determinando los porcentajes de densidad de compactación de los suelos protectores de la celda y colocando los drenajes establecidos.

Se deberá también tener un especial cuidado en respetar las cotas de fundación, coronamiento, cobertura, etc. De igual manera se deberán observar minuciosamente en la fase de preparación de las celdas todas las pendientes y cotas de arranque y salida de coberturas finales, fondo de celdas, canales colectores, cañerías de lixiviado, y todo lo indicado en planos y memorias del Proyecto Ejecutivo.

En función de lo ya especificado, se deberá realizar la tarea de recirculación de líquidos lixiviados prevista, con la periodicidad indicada, minimizando su almacenamiento sin tratamiento para evitar la putrefacción del líquido con el siguiente riesgo de emisión de olores y generación de focos de vida de vectores.

Si bien el terreno no presenta elevado riesgo aluvional, para mitigar los impactos adversos derivados de dicho riesgo, se deberán diseñar las obras hidráulicas diseñadas para el Centro Ambiental. Deberá contemplarse especialmente el impacto negativo que provocaría un arrastre aluvional de los residuos o lixiviados hacia el Canal Moyano con el consiguiente efecto sobre las propiedades regadas aguas debajo de este cauce. Si las pendientes de las celdas son excesivas, por escurrimiento se puede alcanzar procesos erosivos en las celdas.

Deberá ser la herramienta fundamental en el control de calidad de los acuíferos, tanto superficiales como subterráneos el Plan de Monitoreos diseñado, por lo que su operatividad deberá mantenerse estrictamente vigente de acuerdo a lo especificado en el mismo.

- **Geomorfología:** La ejecución de las celdas y el posterior vertido y enterramiento de los residuos sólidos constituyen un impacto negativo en forma permanente en lo referente a la variación del relieve y la pendiente de los suelos naturales. La medida de mitigación en este impacto debe ser el correcto acabado de la capa de cobertura final de la celda, de modo tal de afectar lo menos posible el paisaje del lugar.

Se debería mantener en perfectas condiciones, las vías de circulación de los coronamientos de los taludes, debido al continuo uso que se hará de ellos ya que la descarga de los residuos se hará desde arriba.

- **Medio Biótico - Fauna:** En cuanto al impacto producido a la fauna autóctona, durante la fase de operación no será significativo en comparación con la producida en la fase de construcción, no obstante se deberá llevar adelante un continuo control impidiendo la cacería y captura de las especies faunísticas en las zonas adyacentes a la operación. Se deberán llevar a cabo campañas de control de fauna nociva, como roedores e insectos, con una frecuencia a establecer en función de su intensidad de proliferación y por medio de plaguicidas aprobados. De igual forma, se deberán tomar las precauciones necesarias a fin de no contaminar con estos productos químicos el agua, el aire y el suelo, y no propiciar la dispersión de roedores e insectos fuera del Centro Ambiental.

5.7.2.2 Medio Socioeconómico

- **Vías de Comunicación:** El impacto negativo que producirá el mayor movimiento de vehículos por el tráfico de los camiones recolectores en el acceso y egreso del predio del CAEB, deberá ser mitigado con la realización de las obras viales necesarias (dársenas, señalizaciones, etc.)
- **Salud Pública y Ocupacional:** Si bien no existen asentamientos humanos permanentes tan cercanos al lugar de los trabajos como para ser afectados

por los mismos, el desmonte y limpieza del sitio de emplazamiento del relleno puede provocar un impacto adverso debido a la acción del viento, que se podrá mitigar en el tiempo si se realizan estas actividades en forma secuencial, a medida que se requieran nuevas superficies para la ejecución de celda. Se recomienda además efectuar un regado controlado de las capas superficiales de los lugares en donde se esté operando.

La técnica es recomendable también en los caminos interiores y coronamientos de taludes y por donde la circulación de los vehículos es constante.

En cuanto a las medidas de mitigación por la emanación de olores fétidos, se podría pensar en que el personal que trabaje en la operación de las celdas, use mascarillas con filtro, lo cual evitaría la inhalación de polvos y reduciría la percepción de olores fétidos.

El personal de la Planta de Separación deberá contar con el equipo de protección personal con respiradores semi-máscaras con filtro adecuado, guantes y lentes y tener capacitación para su uso.

En cuanto a los servicios al personal se deberá constatar una continua limpieza de las áreas de comedor y baños, debiendo efectuarse un estricto control de los alimentos que allí se consuman.

- **Cualidades estéticas y paisajísticas:** El impacto negativo producido por la alteración del relieve natural del terreno y por la eliminación de la vegetación autóctona deberá ser mitigado con las siguientes acciones:
 - Mantenimiento dentro de las posibilidades técnicas y sin afectación de las propiedades del drenaje superficial, el relieve original del terreno.
 - Restitución de la flora autóctona mediante revegetación de la cubierta de las celdas.
 - Como ya se mencionó, deberán colocarse mallas de contención portátiles al extremo final de cada celda y en la dirección del viento dominante, para evitar la dispersión de papeles y plásticos por el campo, dando el mal aspecto característico de los sitios de tratamiento de los RSU.

5.7.3 Etapa de Cierre

5.7.3.1 Medio Físico

- **Aire:** La generación de polvos y gases de escape o ruidos durante la etapa de cierre, será sensiblemente menor que en las etapas precedentes, por lo

que su impacto será también mucho menor. A pesar de ello deberán mantenerse las mismas medidas de mitigación ya descriptas con el propósito de minimizar su magnitud. Esto es, se deberá continuar regando la cobertura de las celdas y los caminos de circulación interna; se continuará controlando la emisión de gases de escape y la presencia de silenciadores de máquinas y equipos que continúen operando.

- **Agua Superficial y Subterránea:** El eventual impacto negativo que resultaría del contacto de los lixiviados con los recursos acuíferos deberá ser mitigado con el estricto cumplimiento del Plan de Monitoreos diseñado para esta fase del proyecto, de modo tal que ante la detección de la mínima anomalía se implementen las investigaciones del caso para detectar su origen y efectuar las correcciones pertinentes.

También deberá llevarse un exhaustivo control de los escurrimientos superficiales a efectos de detectar alteraciones en los mismos de acuerdo a lo originalmente previsto de modo tal de evitar canalizaciones de los mismos por sitios que impliquen posibilidad de desmoronamientos o roturas de las celdas con el consiguiente riesgo de contaminación de los cauces superficiales. Este control cobra mayor importancia luego de lluvias intensas.

Los agrietamientos y asentamientos que se observen al final del relleno sanitario, deberán ser reparados y nivelados inmediatamente para evitar así efectos ulteriores no deseados.

El volumen de los lixiviados es otro de los aspectos básicos de control, por lo cual las medidas de mitigación que se toman en cuenta están encaminadas a reducir al máximo posible la entrada de agua superficial de escurrimiento desde el área externa, así como también la que precipite de manera directa sobre el área de proyecto. En el diseño de las diversas obras de ingeniería internas como patios, caminos, celdas, franjas, capas de distintos materiales, etc, se deben tener en cuenta las pendientes e hidrología superficial y el tipo (cuanti-cualitativo) de materiales a utilizarse, para que se favorezca el mayor escurrimiento del drenaje superficial y se reduzca al máximo el posible volumen de infiltración.

- **Medio Biótico – Flora:** Se llevará adelante un programa de seguimiento de las áreas revegetadas a efectos de constatar la evolución de las especies replantadas, pudiendo mitigarse con el mismo, el impacto que significarían la mortalidad de las especies florísticas.

En las Tablas de Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación, que se agregan al presente documento, se encuentra un resumen de las medidas de mitigación aquí expuestas.

5.8 Comparación de la situación “con” y “sin” proyecto

En este punto se realiza una comparación entre la situación actual o “sin proyecto” y la situación futura o “con proyecto”, tomando como base de comparación los factores ambientales que resultaron más afectados en el evaluación de impactos ambientales desarrollada.

5.8.1 Resumen Factores Ambientales Afectados

Como se puede observar, de la evaluación realizada surge que los impactos negativos significativos a producirse en las distintas etapas del proyecto afectarán a los siguientes factores ambientales:

- **Etapas de Construcción**

- AIRE: Calidad del Aire.
- AGUA SUPERFICIAL: Esguerrimientos
- SUELOS: Calidad/Capacidad, Asentamientos.
- GEOLOGÍA: Estabilidad Estructural.
- FLORA: Especies Naturales.
- CULTURA Y SOCIEDAD: Higiene y Seguridad Laboral.

- **Etapas de Operación**

- AIRE: Calidad del Aire.
- AGUA SUPERFICIAL: Esguerrimientos
- GEOLOGÍA: Estabilidad Estructural.
- GEOMORFOLOGÍA: Relieve y Pendiente

Y los impactos positivos significativos a producirse, afectarán a su vez positivamente a los siguientes factores ambientales:

- **Etapas de Construcción**

- AGUA SUBTERRÁNEA: Calidad del Agua.
- FLORA: Forestación.
- MEDIOS ECONÓMICOS: Generación de empleo, Actividad Económica y Valor de la propiedad.
- CULTURA Y SOCIEDAD: Higiene y Seguridad Laboral.

- **Etapas de Operación**

- AIRE: Calidad del Aire, Nivel de olores.
- AGUA SUPERFICIAL: Calidad del Agua.

- AGUA SUBTERRÁNEA: Calidad del Agua.
 - SUELOS: Calidad /Capacidad.
 - GEOLOGÍA: Estabilidad Estructural, Permeabilidad de las formaciones.
 - FLORA: Especies Naturales, Forestación.
 - FAUNA: Animales Terrestres, Fauna Nociva.
 - CULTURA Y SOCIEDAD: Salud Pública, Higiene y Seguridad Laboral, Calidad de Vida y Nuevos Espacios Recreativos.
 - POBLACIÓN: Aceptabilidad Social, Riesgo Poblacional.
 - ENTORNO Y PAISAJE: Características Naturales del Paisaje, Cualidades Estéticas, Uso Actual del suelo, Uso Futuro del suelo, Visibilidad del Área de Trabajo.
 - MEDIOS ECONÓMICOS: Generación de empleo, Infraestructura y Servicios Públicos, Actividad Económica.
- **Etapa de Cierre**
 - AIRE: Calidad del Aire, Nivel de olores.
 - AGUA SUBTERRÁNEA: Calidad del Agua.
 - SUELOS: Calidad /Capacidad.
 - GEOLOGÍA: Estabilidad Estructural.
 - GEOMORFOLOGÍA: Relieve.
 - FLORA: Especies Naturales.
 - FAUNA: Biodiversidad, Animales Terrestres, Aves – Insectos.
 - CULTURA Y SOCIEDAD: Salud Pública, Higiene y Seguridad Laboral, Calidad de Vida.
 - POBLACIÓN: Riesgo Poblacional, Aceptabilidad Social.
 - ENTORNO Y PAISAJE: Cualidades Estéticas, Uso Actual del Suelo, Uso Futuro del Suelo, Características Naturales del Paisaje.

Por lo cual, resumiendo se puede decir que se afectará **negativamente** y en forma significativa: la calidad de aire, las aguas superficiales en cuanto a sus escurrimientos, la calidad y capacidad de los suelos, las especies naturales de la flora, el paisaje natural en cuanto a los aspectos geomorfológicos que tienen que ver con el relieve y la pendiente.

Y se afectará **positivamente** y en forma significativa, por las acciones previstas para las etapas de operación y cierre: la calidad de aire y el nivel de olores, las aguas subterráneas, la flora y la fauna, los suelos, la salud pública y el riesgo poblacional, las actividades económicas por la generación de empleo y nuevos usos de suelo y finalmente al paisaje natural por la revegetación y forestación.

5.8.2 Comparación de alternativas

5.8.2.1 Metodología utilizada

En función de la EIA desarrollada, se realizó una comparación entre la situación actual (basurales a cielo abierto) y la situación con proyecto (construcción y operación del Centro Ambiental El Borbollón). Esta comparación se realizó utilizando el Software Expert Choice, que utiliza una Metodología de Evaluación Multicriterio.

La decisión multicriterio MCDM (Multiple Criteria Decision Making) es la teoría que estudia y analiza los problemas de decisión que involucran diferentes criterios. La MCDM enmarca con precisión problemas reales de toma de decisiones, planteados usualmente haciendo uso de varios criterios en conflicto; en los cuales, no será posible obtener en general una solución que asigne a todos los criterios su mejor valor sino que el decisor, aplicando distintas técnicas, deberá decidir la mejor solución a escoger del conjunto de soluciones factibles.

El fundamento del AHP radica en descomponer problemas complejos en otros más sencillos y agregar las soluciones de los mismos. Según la propuesta de Saaty, el primer paso para la aplicación de este método es estructurar jerárquicamente el problema en niveles con distintos nodos interconectados. El primer nivel de la jerarquía corresponde al propósito del problema, el nivel/niveles intermedios, a los criterios/subcriterios, en base a los cuales se forma la decisión y el último corresponde a las alternativas o soluciones factibles del problema. La aplicación del método AHP requiere:

- Realizar comparaciones por pares entre los entes de cada nivel jerárquico, en base a la importancia que presentan para el nodo del nivel superior de la jerarquía al que están ligados. Los resultados de estas comparaciones se recogen en forma de matrices de comparación por pares.
- Obtener los vectores de prioridad correspondientes a cada una de las matrices de comparación por pares.
- Calcular la contribución de cada alternativa al propósito del problema, mediante una agregación multiplicativa entre los niveles jerárquicos y en función de estos valores, ordenar las alternativas y seleccionar lo más conveniente como solución del problema.

Como último paso en la metodología AHP debemos señalar que, cualquiera que sea el método empleado para sintetizar la información de dichas matrices para determinar los vectores de prioridad de los entes que se comparan, es posible realizar un análisis de sensibilidad del resultado alcanzado; visualizando y analizando otras posibles soluciones a obtener haciendo cambios en los juicios de valor emitidos por la unidad decisora al construir dichas matrices.

El software Expert-Choise permite realizar el análisis de sensibilidad de 5 formas diferentes. En estos análisis se realizan variaciones en el valor de un peso o prioridad y se observa numérica y gráficamente como este cambio afecta a la puntuación de las alternativas.

- **Las Técnicas de decisión multicriterio**

En su dimensión más básica un proceso de toma de decisión puede concebirse como la elección por parte de un centro decisor (un individuo o un grupo de individuos) de “lo mejor” entre “lo posible”. Los problemas analíticos surgen a la hora de definir “lo mejor” y “lo posible” en un determinado contexto decisonal.

La Decisión Multicriterio pretende buscar un equilibrio o compromiso entre un conjunto de objetivos usualmente en conflicto, o bien pretenden satisfacer en la medida de lo posible una serie de metas asociadas a dichos objetivos. El enfoque tradicional para abordar este tipo de cuestiones puede resumirse de la siguiente manera. La existencia de recursos limitados generan las restricciones del problema. El valor de las variables de decisión que satisfacen las restricciones constituye lo que se denomina el **conjunto factible o alcanzable** que estructura y formaliza lo que se entiende por lo posible.

Una vez determinado lo posible (conjunto factible) se aborda la determinación de lo mejor. Para ello, se define una **función de criterio**. Las soluciones posibles se ordenan con arreglo a ciertos criterios que representan las preferencias del centro decisor. Esta función de criterio recibe el nombre de **función objetivo**. La “solución óptima” se establece, como aquella solución factible para la que la función objetivo alcanza un valor óptimo.

Por lo tanto, en la primera fase a partir de una información técnica se define lo que es posible mientras que en la segunda fase los juicios preferenciales del centro decisor definen lo mejor. La intersección de ambas fases determinan la mejor de entre las elecciones posibles; esto es, la “**solución óptima**”.

- **Problema a resolver y la metodología utilizada**

En pocas palabras, podemos decir que el AHP es una sencilla metodología de trabajo, basada en descomponer el problema a resolver en una estructura jerárquica que engloba como mínimo tres niveles: Propósito del problema (objetivo o meta), criterios y alternativas. Construida la jerarquía se realizan comparaciones entre pares de sus elementos (criterios o alternativas) y se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas obteniéndose una síntesis de las mismas mediante la agregación de los juicios parciales.

Es interesante señalar que, además de su simplicidad y claridad, el método AHP permite realizar un análisis de sensibilidad para observar y estudiar otras posibles soluciones al hacer cambios en la importancia de los elementos que definen el

problema de decisión. Además, dispone de la existencia de distintos software de apoyo para su aplicación.

El programa utilizado en este trabajo es el Expert Choise. Este programa comercial trabaja en ambiente Windows, y es de fácil uso. El desarrollo del Expert Choise ha sido revisado por el propio Saaty. Podemos encontrar en internet demostraciones, manuales, versiones gratuitas, distintos tipos de licencias. En este estudio se utilizó una versión liberada.

- **Modelización**

Según la propuesta de Saaty, el primer paso a realizar para la aplicación de este método es estructurar jerárquicamente el problema en niveles con distintos entes o nodos interrelacionados, en la que los elementos de un nivel no dependen de los descendientes ni de los hermanos. El primer nivel de la jerarquía corresponde al propósito general del problema; en este nivel se define el objetivo (o meta) del problema. Se entiende por objetivo una dirección identificada para mejorar una situación existente.

El nivel intermedio corresponde a los criterios en base a los cuales se toma la decisión. Son las dimensiones relevantes que afectan significativamente al propósito del problema y deben expresar las preferencias de los implicados en la toma de decisión. En el caso de que el número de criterios sea muy elevado, es posible estructurar los mismos utilizando varios niveles jerárquicos, definiendo subcriterios. Estos últimos deben guardar una relación jerárquica con el criterio de que dependen. Dicho bloque intermedio, recoge la parte “semiestructurada” del problema, incluyendo los atributos relevantes organizados en diferentes niveles de criterios.

El último nivel corresponde a las alternativas o soluciones factibles del problema mediante las cuales se podrá alcanzar el objetivo general. Cada una de las alternativas presenta características con pros y contras. Por último dicha parte inferior del modelo estructural, recoge la parte “más estructurada” del problema.

La jerarquía resultante debe ser completa, representativa (incluyendo todos los atributos relevantes), no redundante y minimal, es decir, no debe incluir aspectos irrelevantes. Su construcción es la parte más creativa del proceso de resolución.

Dada toda esta información podemos construir el modelo jerárquico que ilustra gráficamente el problema a resolver en términos de la meta, los criterios/subcriterios y las alternativas de elección.

- **Valoración**

En la segunda etapa se incorporan los juicios de valor incluidos en las denominadas matrices de comparaciones por pares que reflejan la dominación relativa de un elemento frente a otro respecto a un atributo o propiedad en común.

Por tanto, una vez estructurado el problema como una jerarquía, la aplicación del método AHP requiere realizar evaluaciones. Primeramente, se examinan los elementos del problema aisladamente por medio de comparaciones por pares entre los entes situados dentro de cada nivel jerárquico, en base a la importancia que presentan para el nodo del nivel superior de la jerarquía al que están ligados. Posteriormente los resultados de estas comparaciones se recogen en forma de matrices de comparación por pares.

- **Matrices de Comparación por pares en el Método AHP**

Para construir las matrices de comparación por pares se utiliza una escala numérica del 1 al 9 y sus inversos (escala de Saaty). Con estas matrices, en el método AHP, se calculan los vectores de prioridad local y dado que las mismas verifican “generalmente” ser matrices no consistentes, sólo será posible obtener a partir de ellas una “estima” de los vectores de prioridad. Es interesante señalar que para garantizar que la estima de los vectores de prioridad obtenida es adecuada, es importante evaluar la inconsistencia del decisor al construir las matrices de comparación por pares asociadas.

Sobre la hipótesis de estructurar el problema en tres niveles jerárquicos (considerar sólo un nivel de criterios) y resolver un problema con “m” criterios y “n” alternativas, será preciso realizar comparaciones por pares de los criterios respecto al propósito del problema (único nodo del nivel superior de la jerarquía al que todos los criterios están ligados) y comparaciones por pares de las alternativas respecto a cada uno de los criterios, obteniéndose las matrices siguientes:

- Una matriz de orden “m” de comparación por pares de los criterios respecto al propósito del problema.
 - “m” matrices de orden “n” de comparación por pares de las alternativas del conjunto de elección, respecto a cada uno de los criterios.
- **Interpretación de los elementos de las Matrices de Comparación por pares utilizando la Escala de Saaty**

El elemento (a_{ij}) situado en la fila i y la columna j de la matriz A, indica para los entes que se comparan, (criterios, subcriterios y alternativas) la importancia relativa del ente i respecto al ente j. Esta importancia, medida utilizando la escala de Saaty, tiene la interpretación siguiente:

Puntaje	Definición	Explicación
1	<i>Igual importancia</i>	Los dos elementos contribuyen igualmente al objetivo.
3	<i>Importancia moderada</i>	La experiencia y el juicio están ligeramente a favor de uno de los elementos
5	<i>Importancia fuerte</i>	La experiencia y el juicio están fuertemente a

Puntaje	Definición	Explicación
		favor de uno de los elementos.
7	<i>Importancia muy fuerte o demostrable</i>	Un elemento es preferido sobre el otro en un grado muy fuerte y esta preferencia puede demostrarse en la práctica.
9	<i>Importancia extrema</i>	La evidencia favorece a una alternativa sobre otra extremadamente.
2,4,6,8	<i>Para valores intermedios entre las definiciones</i>	Algunas veces se necesita interpolar el juicio, porque no hay una palabra que describa la relación entre los elementos.

Las principales ventajas que presenta la escala de Saaty son el amplio abanico de posibilidades, las valoraciones son enteras y positivas. Además el valor 1 es la equivalencia entre los entes que se comparan y no se utiliza el valor cero ya que daría problemas al calcular el inverso.

- **Priorización y Síntesis**

Esta etapa de la metodología, proporciona las diferentes prioridades consideradas en la resolución del problema: prioridades locales, prioridades globales y prioridades totales. Donde las prioridades locales constituyen las prioridades de los elementos que cuelgan de un nodo común.

Los pasos a seguir para la evaluación de los componentes del modelo jerárquico consisten en obtener los vectores prioridad correspondientes a cada una de las matrices de comparación por pares anteriores, tanto para los criterios como para las alternativas. Una vez conocidos estos vectores prioridad, se debe calcular la contribución de cada alternativa al propósito del problema, mediante una agregación multiplicativa entre los niveles jerárquicos. En función de los valores obtenidos, se ordenan las alternativas y se selecciona la más conveniente como solución del problema planteado. Esto se produce, debido a que los resultados obtenidos, nos indican los pesos o puntuaciones totales de las alternativas.

Teniendo esto en cuenta, podemos decir que el método AHP logra combinar todos los juicios en un todo, en el cual las alternativas quedan organizadas desde la mejor hasta la peor. Además, llegados a este punto es posible realizar un análisis de sensibilidad del resultado, es decir, verificar la validez de la ordenación de las alternativas, respecto a posibles cambios en la importancia de los criterios.

- **Análisis de Sensibilidad**

Como último paso de la metodología AHP es interesante señalar que, cualquiera que sea el método empleado para sintetizar la información recogida en las matrices de comparación por pares para determinar el vector de prioridad de los entes que se comparan, es siempre posible realizar un análisis de sensibilidad del resultado alcanzado, visualizando y analizando otras posibles soluciones a obtener haciendo cambios en los juicios de valor emitidos por el decisor al construir estas

matrices. El análisis de sensibilidad debe responder a la pregunta: ¿Qué pasa si ...? Una de las grandes ventajas es que facilita el análisis en aquellos procesos de toma de decisión en los que se requiere volver a aplicar el AHP en un corto o mediano plazo porque son procesos dinámicos que requieren ser revisados y ajustados en el tiempo porque su entorno está en continuo cambio.

El software Expert Choise que se utilizó también permite realizar el análisis de sensibilidad de cinco formas diferentes.

- **Ventajas Método AHP**

Una de las grandes ventajas del Proceso Analítico Jerárquico es que permite relajar las hipótesis tan restrictivas que imponía el enfoque tradicional en decisión, en concreto no exige la transitividad en las preferencias. Además, permite evaluar el grado de consistencia del decisor a la hora de introducir los juicios en las matrices recíprocas de comparaciones pareadas. Entre otras ventajas, el método AHP no necesita hacer uso de los datos recogidos en la matriz de decisión del problema y permite realizar de forma sencilla un análisis de sensibilidad de los resultados obtenidos. Esto es debido a que los mismos dependen de la estructura jerárquica realizada para el problema y de los juicios de valor que realiza el centro decisor sobre los elementos del problema. Es importante resaltar que si se realizan cambios en la estructura jerárquica y en los juicios, entonces se producirán cambios en los resultados obtenidos.

El Proceso Analítico Jerárquico es una de las técnicas de multicriterio con mayor implantación práctica en casi todos los ámbitos de la toma de decisiones. Sin entrar a estudiar en detalle cuáles son las causas que han motivado su gran aplicabilidad, se puede mencionar que, entre éstas, cabe citar las mismas ideas que sugirieron su metodología, esto es: la flexibilidad de la técnica; la adecuación a numerosas situaciones reales referidas fundamentalmente, a la selección multicriterio entre alternativas; su facilidad de uso; la posibilidad de aplicarla en decisión individual y en grupo, y, por último, la existencia de software amigable para su aplicación (Expert-Choise).

- **Resumen de aplicación del método AHP**

En resumen, la aplicación del método AHP se realiza siguiendo el esquema de cálculo siguiente:

- 1) Modelización: Representación jerárquica del problema.
- 2) Valoración: El decisor emite sus juicios haciendo uso de matrices de comparación por pares.
- 3) Priorización: A través de matrices de comparación por pares, se obtienen estimas de los vectores de prioridad local correspondientes a los entes que se comparan y se valida la consistencia de los resultados obtenidos. Si $R.C. \leq 0.1$ se

acepta el vector encontrado y si esto no se verifica, se pide al decisor que reestime los elementos de la matriz de comparación por pares correspondiente.

- 4) Síntesis: Se agregan las prioridades locales obtenidas y su puntúan las alternativas, seleccionando la que consiga una puntuación mayor.
- 5) Análisis de sensibilidad: Se efectúan cambios en los juicios de valor emitidos por el decisor al construir las matrices de comparación por pares y se analizan otras posibles soluciones.

Las etapas 2), 3) y 4) se pueden cambiar de orden, en función del análisis a realizar, con lo cual luego de la Modelización, se puede comenzar analizando las alternativas para los distintos criterios seleccionados y posteriormente realizar la valoración por pares y priorización.

- **Software Expert Choise**

En la aplicación práctica del método del autovector dominante (EGV), para evitar el cálculo algebraico de autovalores y autovectores, se utilizó el paquete software Expert-Choise. Este programa proporciona, entre otras salidas, los valores exactos de autovalor/autovector dominante de matrices de comparación por pares asociadas y una medida del grado de consistencia de los juicios emitidos por el decisor al construir las matrices de comparación por pares asociadas.

El software citado es de fácil empleo y permite analizar de forma rápida y sencilla la sensibilidad de los resultados obtenidos a los diferentes cambios posibles. El desarrollo de Expert-Choise ha sido supervisado por el propio Saaty y su aplicación comprende una variada gama de experiencias prácticas en campos muy diversos.

Se pueden analizar ensayos de tipo “what if” (que pasa si) y distintos ensayos de sensibilidad, con los que se puede evaluar cómo cambian las variables cuando cambiamos la importancia de un objetivo.

El software Expert Choise permite realizar el análisis de sensibilidad de cinco formas diferentes: sensibilidad dinámica, performance o sensibilidad de valoración, sensibilidad de gradiente, head to head o sensibilidad de diferencias ponderadas y gráfico en dos dimensiones. Cada uno de ellas pretende mostrar la sensibilidad de las alternativas con respecto a cada uno de los objetivos. La idea es que el usuario modifique las prioridades que tiene y que pueda ver como varían las prioridades de las alternativas. En todos estos análisis el procedimiento es el mismo, se realizan variaciones en el valor de un peso o prioridad (no mayores al 10%) y se observa numérica y gráficamente como este cambio afecta al resto de los pesos o prioridades del problema y a la puntuación de las alternativas. La diferencia entre un análisis y otro se reduce a la forma de representar la información.

Una vez finalizado todo el proceso de la metodología, el decisor podrá ver resultados parciales del ordenamiento de las alternativas, y por medio de diferentes tipos de gráficas, podrá hacer el análisis de sensibilidad pudiendo realizar cambios en las preferencias y observar las respuestas. Esto le permite ver como de sensible puede llegar a ser una alternativa frente a tales cambios.

5.8.2.2 Aplicación de la Metodología a la comparación planteada

• Diseño del Modelo Jerárquico

La meta u objetivo global de esta evaluación se indicó como: “Comparación situación GIRSU con y sin proyecto”.

Se continúa posteriormente con la construcción del modelo jerárquico, adoptando como criterios, los factores que resultaron mayormente impactados, tanto positiva como negativamente en la evaluación de impacto ambiental. Así los criterios adoptados fueron los siguientes:

- Calidad del aire
- Calidad del agua
- Afectación de suelos
- Afectación de flora y fauna
- Paisaje
- Aspectos sociales
- Aspectos económicos

En este punto cabe aclarar no se asignaron puntajes negativos, sino que en la comparación por pares se ponderó con mayor puntaje a la situación menos negativa.

A su vez, por cada uno de los criterios propuestos, se plantearon subcriterios, a los efectos de un mejor análisis de cada situación. Los subcriterios seleccionados se listan a continuación

- Calidad del aire: material particulado, emisiones/explosiones, ruidos, olores.
- Calidad del agua: agua superficial, agua subterránea.
- Afectación de suelos: impermeabilización, capacidad.
- Afectación de flora y fauna: hábitat natural, fauna nociva.
- Paisaje: contaminación visual, afectación del entorno.
- Aspectos sociales: uso del suelo, trabajo informal, salud pública, consumo de energía.
- Aspectos económicos: valor de la propiedad, interferencia con otras actividades, costos de disposición final

A continuación se agregan capturas de pantalla del Modelo Jerárquico planteado.

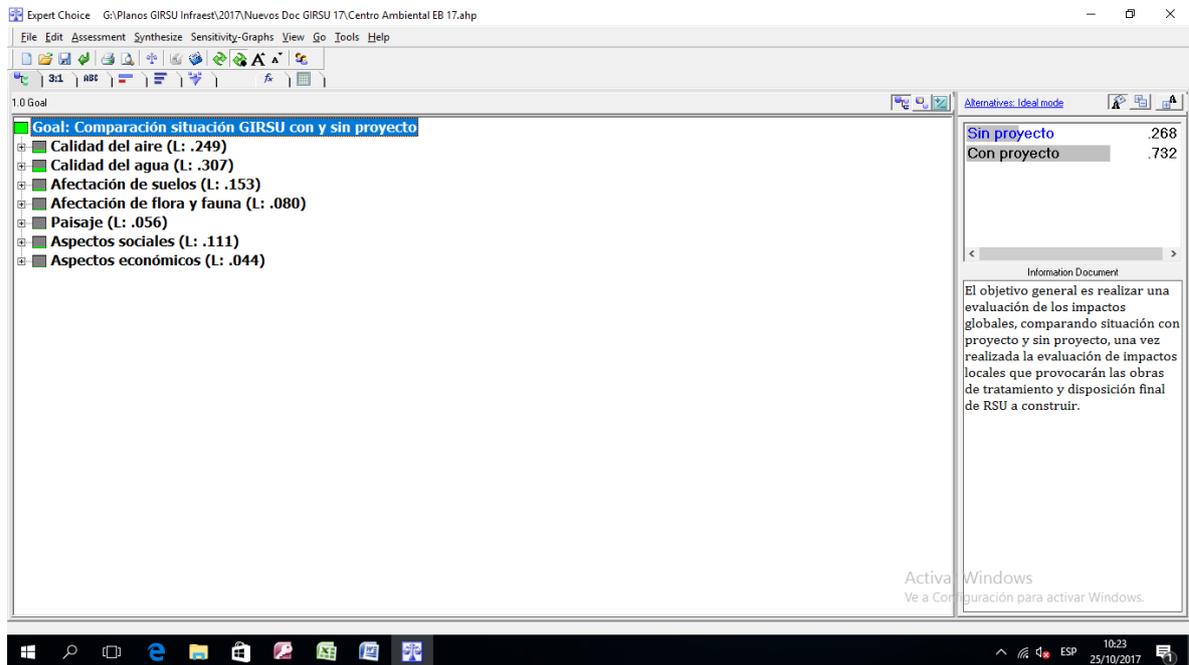


Figura 1: Captura de pantalla Expert Choice – Árbol de Nodos con Criterios y Alternativas de proyecto

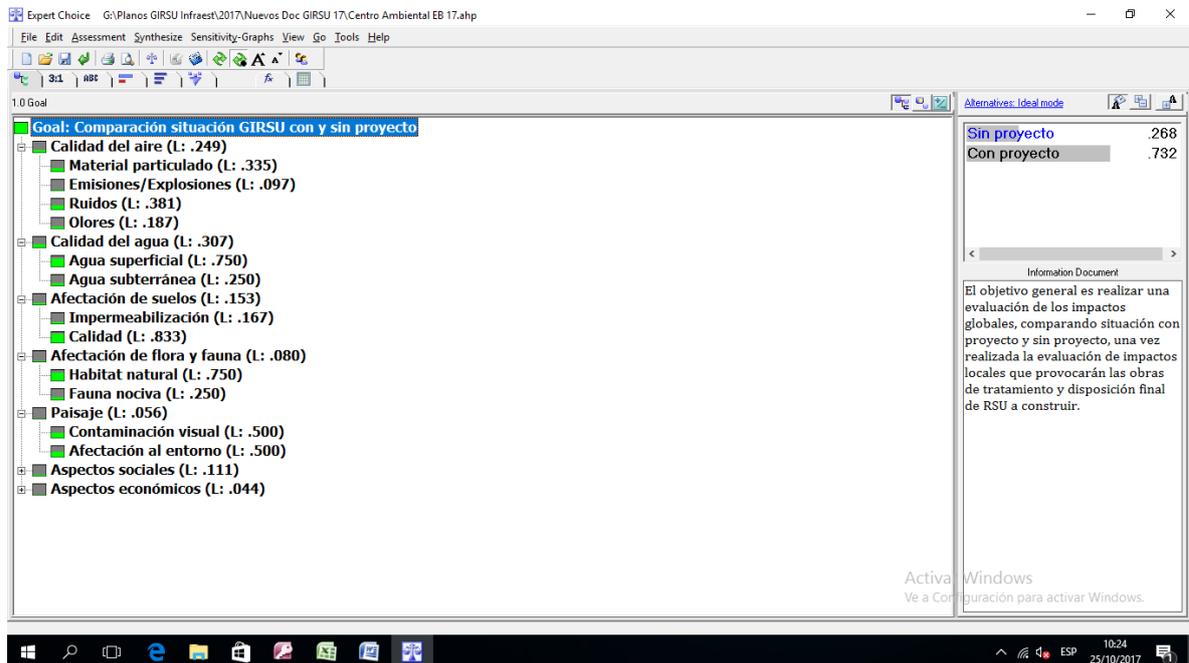


Figura 2: Captura de Pantalla Expert Choice – Árbol de Nodos con Criterios , Alternativas y Subcriterios desagregados

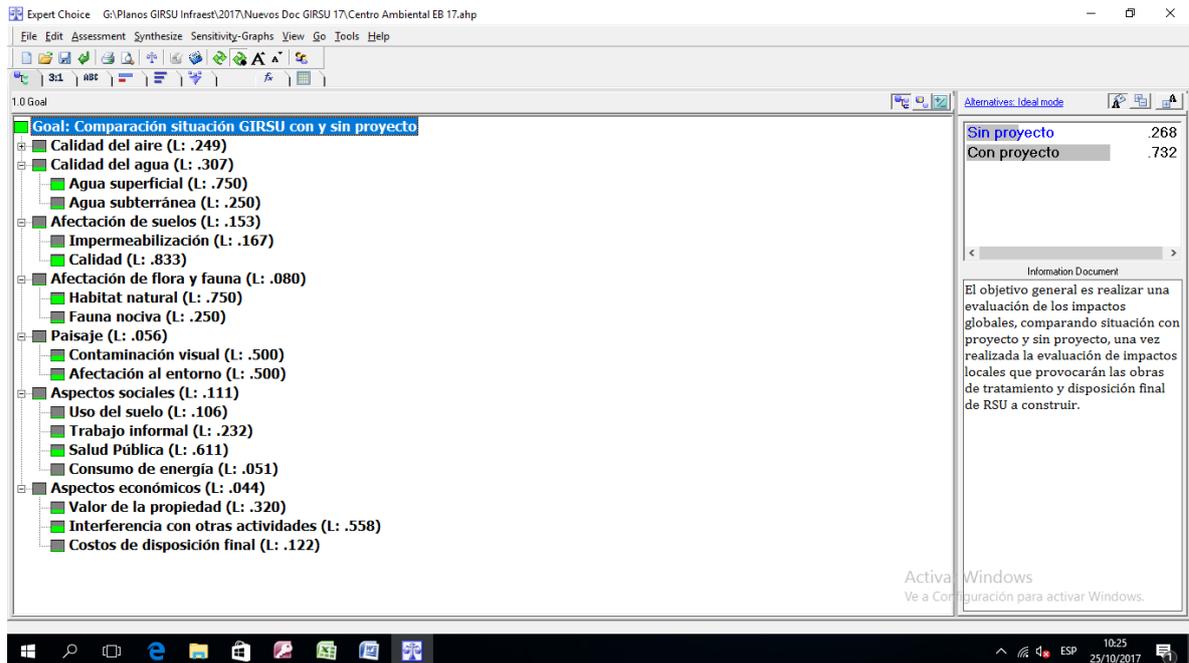


Figura 3: Captura de Pantalla Expert Choice – Árbol de Nodos con Criterios, Alternativas y Subcriterios desagregados

• Evaluación y priorización de Alternativas, Criterios y Subcriterios

En este punto, se plantearon como alternativas, dos situaciones: 1) situación sin proyecto (alternativa 1) y 2) situación con proyecto (alternativa 2).

Luego se comenzó a realizar la evaluación de cada uno de los subcriterios, con relación a las alternativas propuestas. Después se priorizaron los subcriterios entre sí y con relación al criterio correspondiente. Y finalmente se jerarquizaron los criterios con relación al Objetivo Global. Se agregan algunas capturas de pantalla de las valoraciones realizadas.

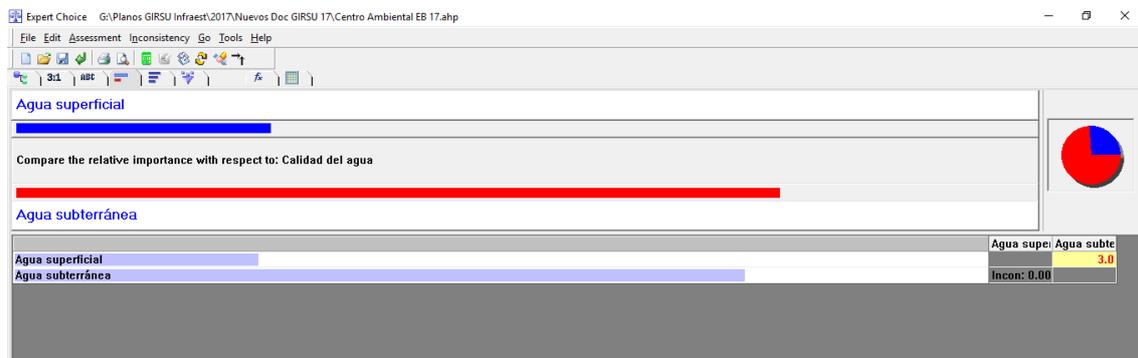


Figura 4: Captura de pantalla Expert Choice-Juicios Gráficos
Criterio: Calidad del agua

En el gráfico anterior se observa la relación de prioridad que se le dio al agua subterránea sobre el agua superficie, con mayor ponderación positiva para la situación con proyecto, en donde con la impermeabilización de los módulos se evitará la percolación de los líquidos lixiviados generados por los residuos, que es

lo que actualmente sucede en los basurales a cielo abierto. En el escenario actual como no hay ninguna protección de fondo, estos líquidos están contaminando gravemente suelos y napas de agua subterránea.

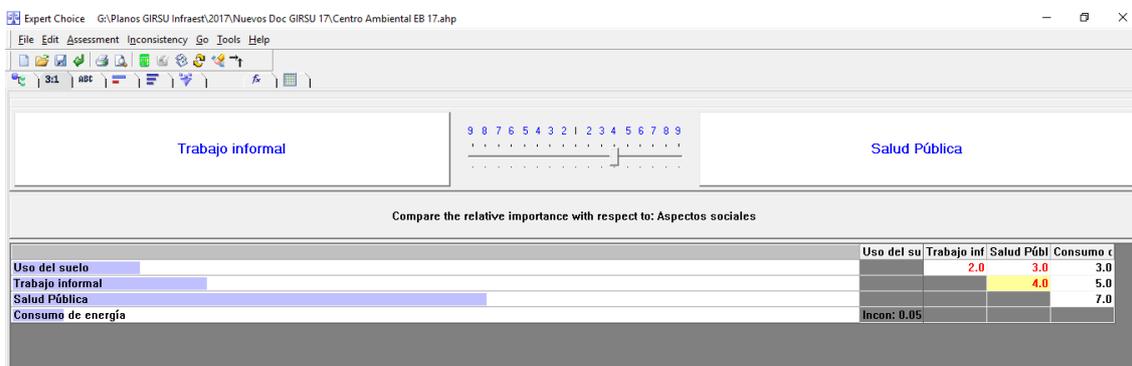


Figura 5: Captura de pantalla Expert Choice – Juicios Numéricos
Criterio: aspectos sociales

En el juicio numérico de la **Figura 5**, se realiza la priorización de los subcriterios con relación al Criterio: Aspectos Sociales, donde claramente se priorizó en la situación con proyecto la salud pública, seguida por la resolución del conflicto de trabajo informal asociado a los separadores de residuos. Actualmente los basurales a cielo abierto propician todo tipo de contaminación que afecta en mayor o menor grado la salud pública, y uno de los mayores afectados por esta situación son las personas que trabajan en los basurales separando elementos para reciclar, y a quienes a través de este proyecto se pretende incluir al circuito del trabajo formal, además de propiciar las mejoras de su calidad del vida.

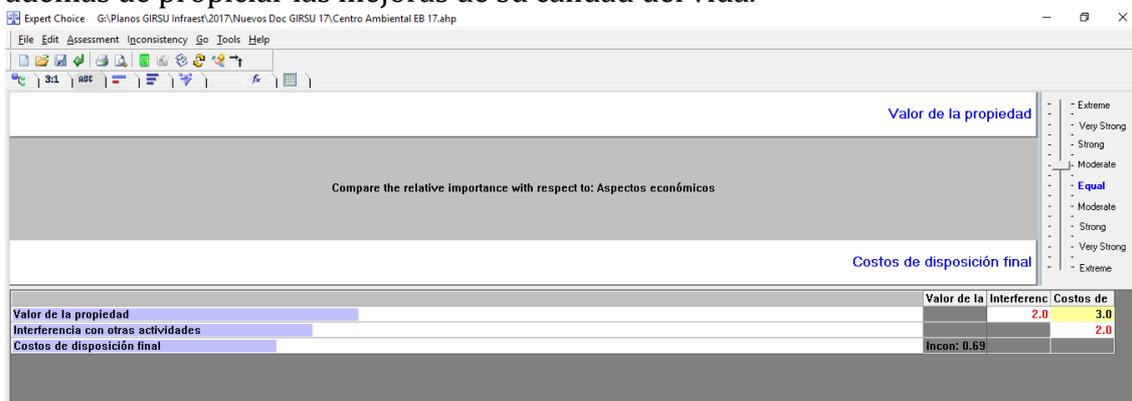


Figura 6: Captura de pantalla Expert Choice – Juicios verbales
Criterio: aspectos económicos

En el ejemplo que se observa en la **Figura 6**, se muestra como a través de la herramienta de juicios verbales se priorizaron los subcriterios “valor de la propiedad”, “interferencia de actividades” y “costos de disposición final”, con relación al criterio “Aspectos Económicos”, donde claramente se observa que en el escenario del proyecto, se incrementará el valor de la propiedad donde se implanten las obras, en comparación con los valores de los terrenos donde actualmente se ubican los basurales a cielo abierto. Aunque también se pone aquí de manifiesto que habrá un incremento de los costos actuales de disposición final, que los Municipios tendrán que afrontar.

A continuación se agregan las capturas de pantalla de las síntesis de los resultados obtenidos por cada criterio y la del objetivo global.

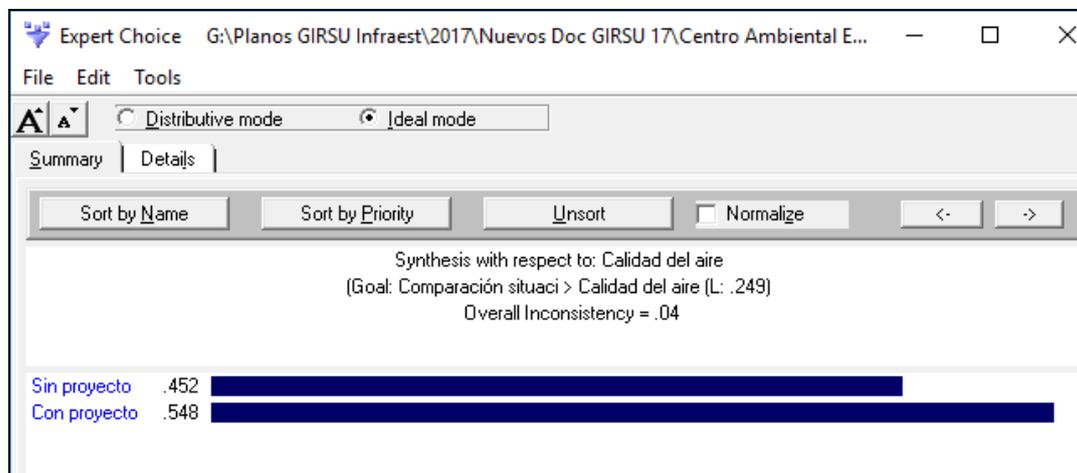


Figura 7: Captura de pantalla Expert Choice – Síntesis de resultados
Criterio: calidad del aire – Nivel de inconsistencia: 4%

Del análisis de los valores finales del criterio “calidad del agua” surgen los valores de 55% y 45% de preferencia para las situaciones “con” y “sin” proyecto respectivamente. Aquí se observa que si bien la situación con proyecto presenta un porcentaje mayor, los valores resultan relativamente cercanos y esto se debe a que de la evaluación de impacto ambiental de las obras en todas sus etapas surge que el factor aire seguirá siendo impactado (en menor grado y con riesgo controlado) con relación a los que sucede hoy en los basurales a cielo abierto. Por ejemplo, con la construcción y operación del proyecto se generará mayor cantidad de material particulado relacionado con las actividades de movimiento de suelos, pero se reducirá al máximo la posibilidad de riesgo de explosiones por migración de biogás, con relación a la situación actual.

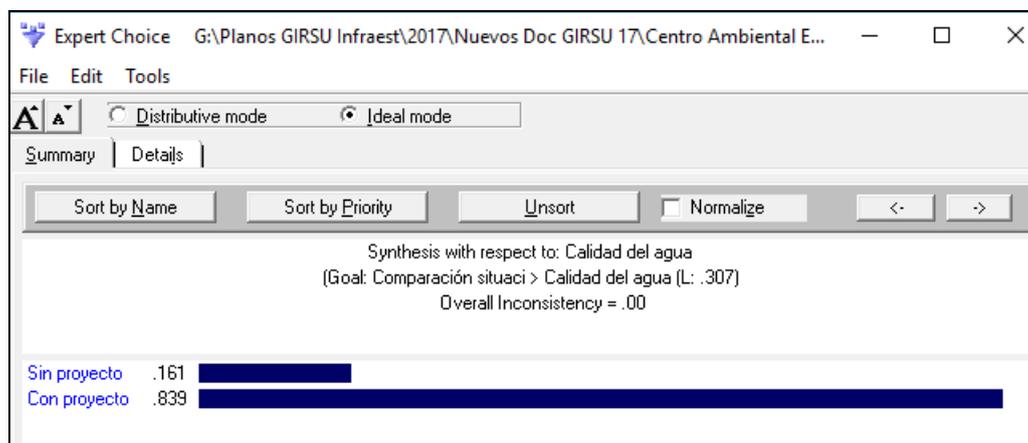


Figura 8: Captura de pantalla Expert Choice- Síntesis de resultados
Criterios: calidad del agua – Nivel de Inconsistencia: 0%

El resultado final del criterio “calidad del agua” arroja una preferencia del 84% para la situación con proyecto, frente a un 16% de la situación actual, lo cual se funda en el hecho que actualmente existe una contaminación descontrolada tanto del agua superficial como subterránea.

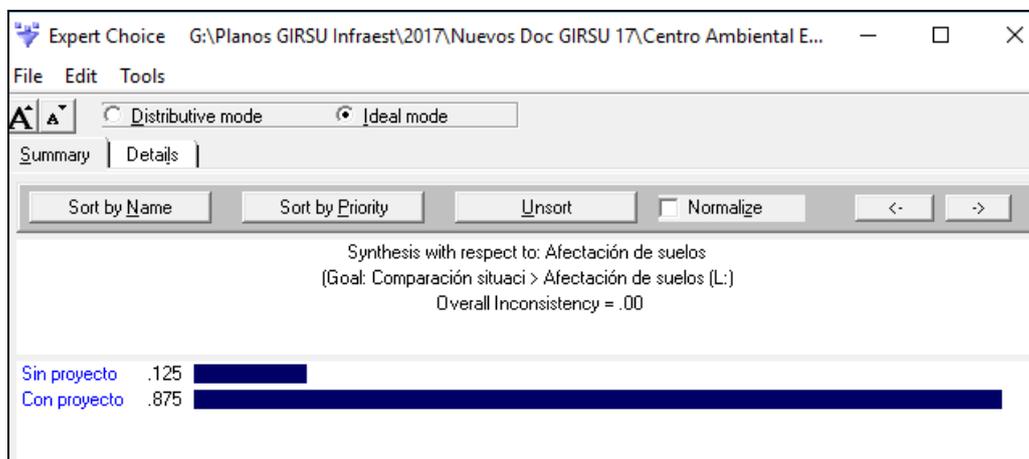


Figura 9: Captura de pantalla Expert Choice – Síntesis de resultados
Criterio: afectación de suelos – Nivel de Inconsistencia: 0%

En la valoración de la afectación se suelos los resultados fueron 87% y 12%, para las situaciones “con” y “sin” proyecto respectivamente, por las mismas causas que las mencionadas en el punto precedente.

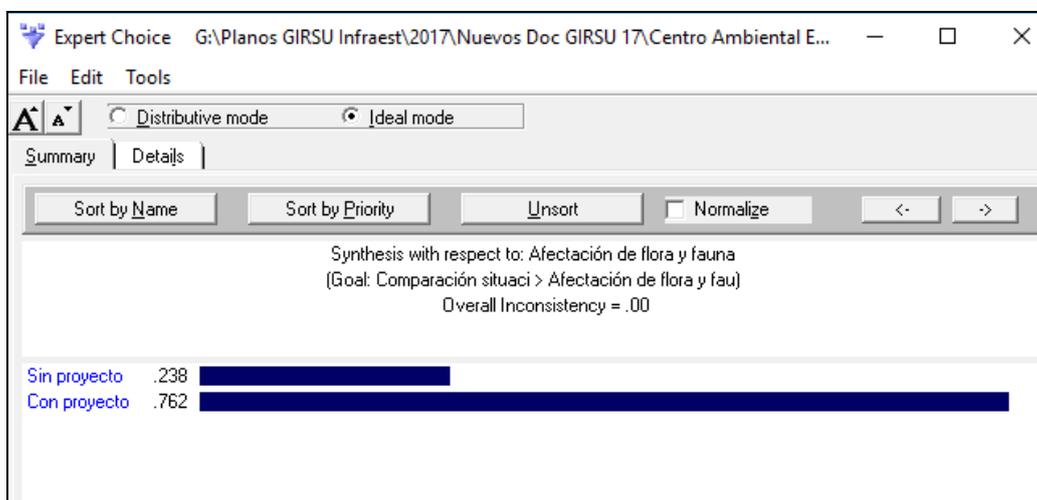


Figura 10: Captura de pantalla Expert Choice – Síntesis de resultados
Criterio: afectación flora y fauna – Nivel de inconsistencia: 0%

En la valoración del criterio: afectación de flora y fauna se obtuvo un porcentaje del 76% para la situación con proyecto y 24% para la situación actual. Estos valores un poco más cercanos entre sí que los de los puntos precedentes, se justifican si tenemos en cuenta que la construcción y operación del proyecto, también afectará negativamente a la flora y fauna del lugar, pero la diferencia con la situación actual es que posteriormente se compensará y mitigará esta situación. Pero, en relación a la fauna nociva, claramente en la situación con proyecto se

implementarán las medidas correspondientes para su control, en tanto actualmente esta situación está descontrolada, afectando no solo al entorno directo del sitio, sino también a zonas de influencia indirecta.

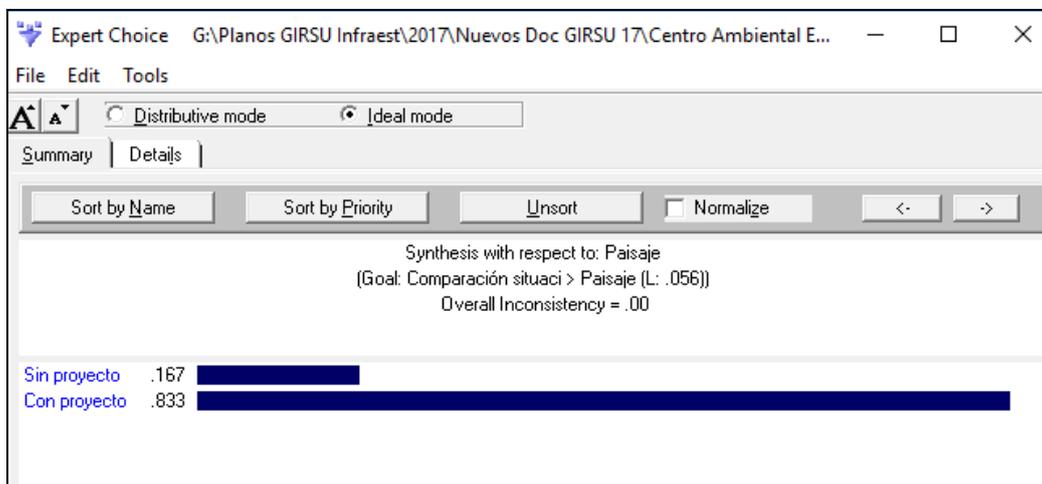


Figura 11: Captura de pantalla Expert Choice – Síntesis de resultados
Criterio: Paisaje – Nivel de inconsistencia: 0%

En lo que se refiere a la afectación negativa sobre el paisaje, claramente la situación actual es sumamente negativa, dando un resultado del 17%, frente a un 83% de la situación con proyecto, donde si bien habrá una afectación considerable del paisaje en todas sus etapas, al final de la vida útil del proyecto, este sitio deberá ser acondicionado paisajísticamente.

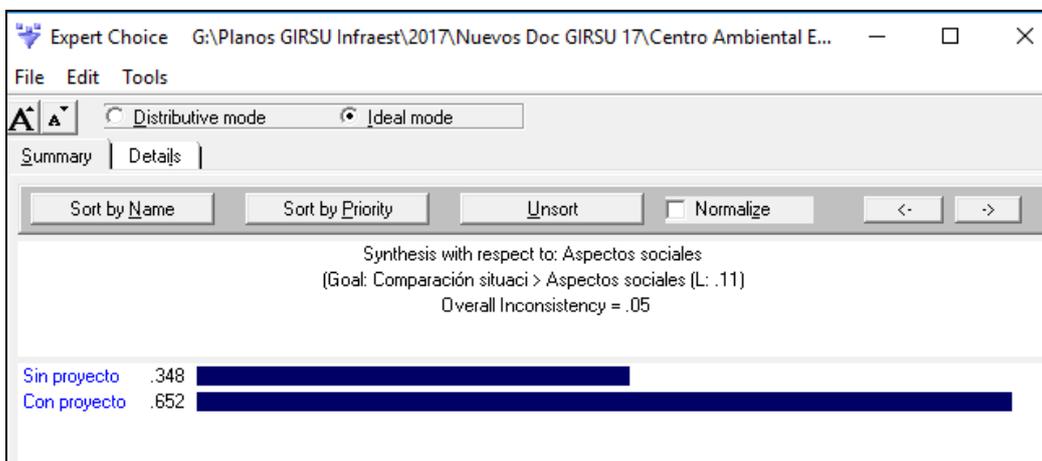


Figura 12: Captura de pantalla Exper Choice – Síntesis de resultados
Criterio: Paisaje – Nivel de inconsistencia: 5%

Recordemos que el criterio “Aspectos Sociales” incluye la salud pública, el trabajo informal, los usos del suelo y el consumo de energía. La prioridad en este caso de la situación con proyecto es del 65%, frente a un 35% para la situación actual. Estos valores se sustentan en el hecho que si bien habrá una considerable mejora en la salud pública y en el trabajo informal, los usos del suelo dependerán de cada situación en particular y se producirá a su vez, un importante incremento del consumo de energía, en las distintas etapas del proyecto.

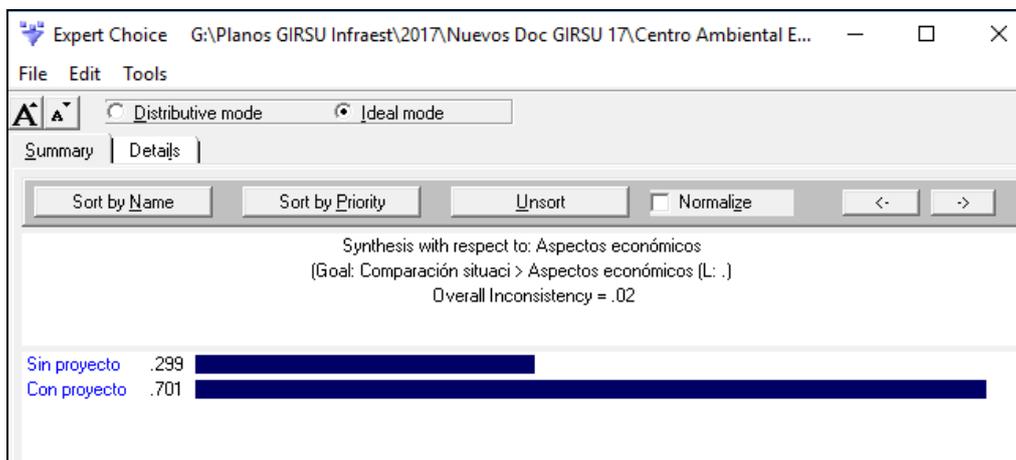


Figura 13: Captura de pantalla Expert Choice – Síntesis de resultados
Criterio: Aspectos Económicos – Nivel de inconsistencia: 2%

Finalmente y con relación al criterio “aspectos económicos”, la comparación arrojó una prioridad del 70% para la situación con proyecto, frente a un 30% para la situación actual. Esta preferencia por la situación con proyecto se fundamenta en el acrecentamiento del valor de la propiedad, cuando se haga la remediación final y la no interferencia con otras actividades por el respeto de los usos del suelo establecidos, pero a su vez también habrá un incremento de los costos municipales.

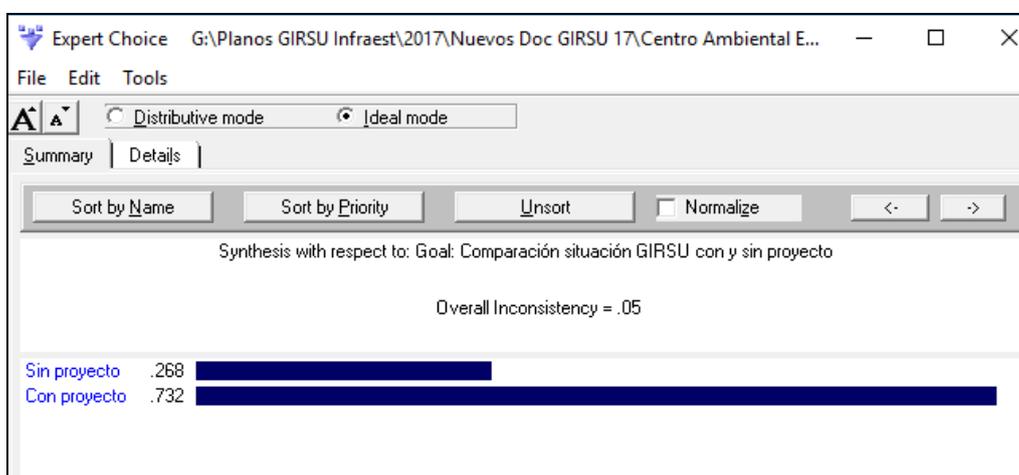


Figura 14: Captura de pantalla Expert Choice – Síntesis de resultados
Objetivo Global – Nivel de inconsistencia: 5%

Finalmente, la ponderación total, teniendo en cuenta todos los criterios y subcriterios mencionados, es de 73% para la situación con proyecto, frente al 27% de la situación actual.

- **Presentación de resúmenes finales**

Con respecto a la comparación entre las dos alternativas introducidas para evaluación, se utilizó un enfoque basado en comparaciones por pares (pairwise). A

continuación se agregan capturas de pantallas de las tablas de resumen donde figuran los valores asignados, por alternativa con relación a criterios y subcriterios.

Expert Choice G:\Planos GIRSU Infraest.2017\Nuevos Doc GIRSU 17\Centro Ambiental EB 17.ahp

File Edit Assessment View Go Plot Set Tools Formula Type Mapping Help

	Ideal mode	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE
AID	Alternative	Calidad del aire Material particulado (L: .335)	Calidad del aire Emisiones/Explosiones (L: .097)	Calidad del aire Ruidos (L: .381)	Calidad del aire Olores (L: .187)	Calidad del agua Agua superficial (L: .250)	Calidad del agua Agua subterránea (L: .750)	Afectación de suelos Impermeabilización (L: .167)	Afectación de suelos Calidad (L: .833)	Afectación flora y fauna Habitat natural (L: .750)
A1	<input checked="" type="checkbox"/> Sin proyecto	.500	.200	1.000	.250	.200	.167	.143	.143	.33
A2	<input checked="" type="checkbox"/> Con proyecto	1.000	1.000	.333	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.00

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

Expert Choice G:\Planos GIRSU Infraest.2017\Nuevos Doc GIRSU 17\Centro Ambiental EB 17.ahp

File Edit Assessment View Go Plot Set Tools Formula Type Mapping Help

	Ideal mode	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE
AID	Alternative	Afectación de suelos Impermeabilización (L: .167)	Afectación de suelos Calidad (L: .833)	Afectación de flora y fauna (L: Habitat natural (L: .750)	Afectación de flora y fauna (L: Fauna nociva (L: .250)	Paisaje Contaminación visual (L: .500)	Paisaje Afectación al entorno (L: .500)	Aspectos sociales Uso del suelo (L: .150)	Aspectos sociales Trabajo informal (L: .230)	Aspectos sociales Salud Pública (L: .563)
A1	<input checked="" type="checkbox"/> Sin proyecto	.143	.143	.333	.250	.200	.200	.333	1.000	.14
A2	<input checked="" type="checkbox"/> Con proyecto	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.250	1.00

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

Expert Choice G:\Planos GIRSU Infraest.2017\Nuevos Doc GIRSU 17\Centro Ambiental EB 17.ahp

File Edit Assessment View Go Plot Set Tools Formula Type Mapping Help

	Ideal mode	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE
AID	Alternative	Paisaje Afectación al entorno (L: .500)	Aspectos sociales Uso del suelo (L: .150)	Aspectos sociales Trabajo informal (L: .230)	Aspectos sociales Salud Pública (L: .563)	Aspectos sociales Consumo de energía (L: .056)	Aspectos económicos Valor de la propiedad (L: .379)	Aspectos económicos Interferencia con otras actividades (L: .331)	Aspectos económicos Costos de disposición final (L: .289)
A1	<input checked="" type="checkbox"/> Sin proyecto	.200	.333	1.000	.143	1.000	.250	.333	1.000
A2	<input checked="" type="checkbox"/> Con proyecto	1.000	1.000	.250	1.000	.167	1.000	1.000	.250

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows

Figura 15: Captura de pantalla Expert Choice – Tabla de Resumen Valores de comparación y barras indicativas

Expert Choice G:\Planos GIRSU Infraest.2017\Nuevos Doc GIRSU 17\Centro Ambiental EB 17.ahp

File Edit Tools

Summary | Details

Show Totals Outline By Alternatives

Alts	Level 1	Level 2	Pty
Percent Con proyecto			73.1
	Percent Afectación de flora y fauna (L: .080)		6.5
	Afectación de flora y fauna (L: .080)	Habitat natural (L: .750)	.049
		Fauna nociva (L: .250)	.016
	Percent Afectación de suelos (L: .153)		12.4
	Afectación de suelos (L: .153)	Impedimentación (L: .167)	.021
		Calidad (L: .833)	.103
	Percent Aspectos económicos (L: .044)		2.9
	Aspectos económicos (L: .044)	Valor de la propiedad (L: .379)	.014
		Interferencia con otras actividades (L: .331)	.012
		Costos de disposición final (L: .289)	.003
	Percent Aspectos sociales (L: .111)		7.1
	Aspectos sociales (L: .111)	Uso del suelo (L: .150)	.014
		Trabajo informal (L: .230)	.005
		Salud Pública (L: .563)	.051
		Consumo de energía (L: .056)	.001
	Percent Calidad del agua (L: .307)		24.7
	Calidad del agua (L: .307)	Agua superficial (L: .250)	.062
		Agua subterránea (L: .750)	.186
	Percent Calidad del aire (L: .249)		15.0
	Calidad del aire (L: .249)	Materia particulada (L: .335)	.067
		Emissiones/Explosiones (L: .097)	.019
		Ruidos (L: .381)	.026
		Olores (L: .187)	.038
	Percent Paisaje (L: .056)		4.6
	Paisaje (L: .056)	Contaminación visual (L: .500)	.023
		Afectación al entorno (L: .500)	.005
Percent Sin proyecto			26.9
	Percent Afectación de flora y fauna (L: .080)		2.0
	Afectación de flora y fauna (L: .080)	Habitat natural (L: .750)	.016
		Fauna nociva (L: .250)	.004
	Percent Afectación de suelos (L: .153)		1.8
	Afectación de suelos (L: .153)	Impedimentación (L: .167)	.003
		Calidad (L: .833)	.015
	Percent Aspectos económicos (L: .044)		1.7
	Aspectos económicos (L: .044)	Valor de la propiedad (L: .379)	.003
		Interferencia con otras actividades (L: .331)	.004
		Costos de disposición final (L: .289)	.010
	Percent Aspectos sociales (L: .111)		3.8
	Aspectos sociales (L: .111)	Uso del suelo (L: .150)	.005
		Trabajo informal (L: .230)	.001
		Salud Pública (L: .563)	.007
		Consumo de energía (L: .056)	.005
	Percent Calidad del agua (L: .307)		4.3
	Calidad del agua (L: .307)	Agua superficial (L: .250)	.012
		Agua subterránea (L: .750)	.031
	Percent Calidad del aire (L: .249)		12.4
	Calidad del aire (L: .249)	Materia particulada (L: .335)	.034
		Emissiones/Explosiones (L: .097)	.004
		Ruidos (L: .381)	.077
		Olores (L: .187)	.009
	Percent Paisaje (L: .056)		1.0
	Paisaje (L: .056)	Contaminación visual (L: .500)	.005
		Afectación al entorno (L: .500)	.005

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows

Figura 16: Captura de pantalla Expert Choice – Tabla de resumen final Asignación de valores y porcentajes por Alternativa

- **Análisis de Sensibilidad**

Una de las ventajas importantes que presenta el AHP es la posibilidad de efectuar análisis de sensibilidad muy potentes, con el objetivo de localizar posibles modificaciones en la ordenación de las alternativas ante variaciones de los pesos relativos de los criterios y subcriterios. La utilización del Expert Choise en la resolución del problema de decisión nos permite realizar este tipo de análisis de una forma sencilla y fácil de interpretar recurriendo a la representación gráfica del problema.

En el proceso de análisis de sensibilidad, el decisor podrá ver resultados parciales del ordenamiento de las alternativas, y por medio de diferentes tipos de gráficas, se puede hacer un análisis de sensibilidad en base al cambio de su estructura de preferencias y de este modo observar la respuesta que se produce en el ordenamiento de las alternativas.

En este caso, se fueron analizando cada uno de los criterios y subcriterios y finalmente el análisis de todos los criterios con relación al objetivo global.

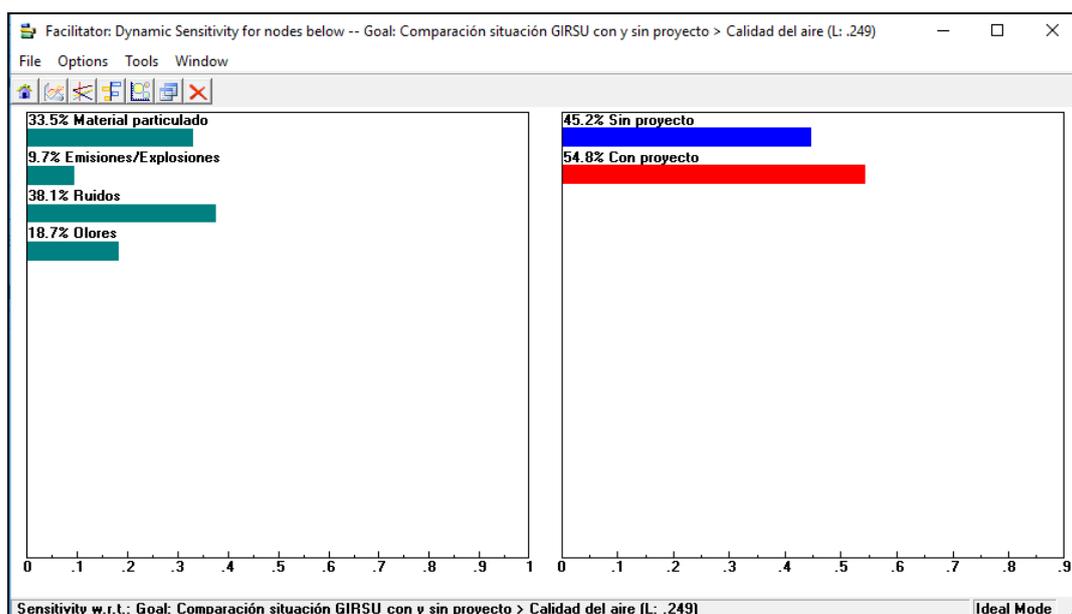


Figura 17: Captura de pantalla Expert Choise – Análisis de Sensibilidad
Gráfico Dinámico – Criterio: calidad del aire

En el análisis de sensibilidad del criterio “calidad del aire”, mediante la utilización de la herramienta “gráfico dinámico” se puede observar la preponderancia de la situación con proyecto en un 55% vs un 45% para la situación actual, con un detalle de los valores ponderados de cada uno de los subcriterios.

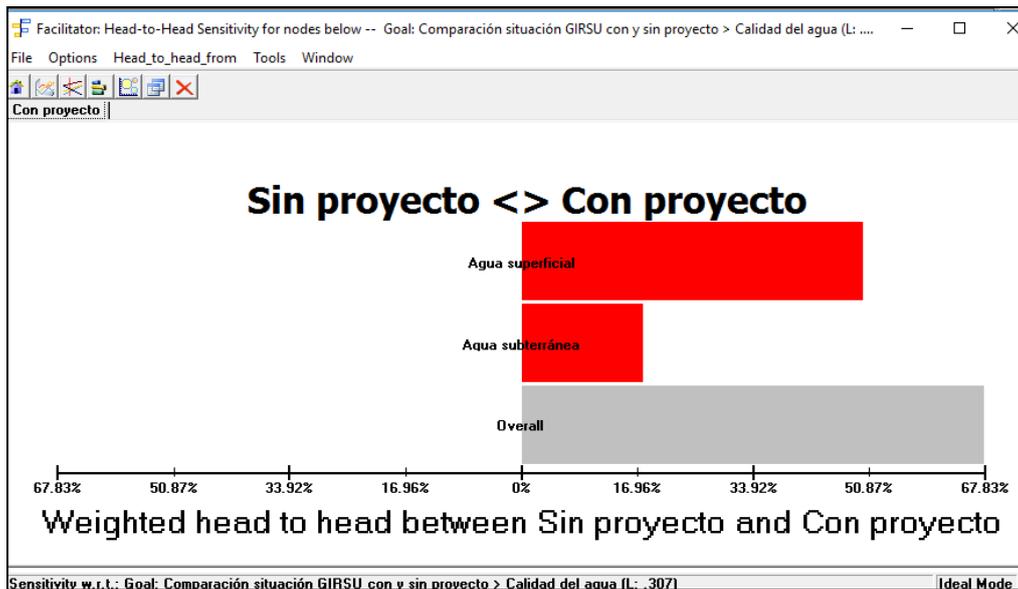


Figura 18: Captura de pantalla Expert Choice – Análisis de Sensibilidad
Gráfico Head to Head – Criterio: calidad del agua

En la **Figura 18** se puede observar claramente el comportamiento del criterio “calidad del agua”, en las situaciones con y sin proyecto, donde las barras indican valores positivos en la alternativa donde se desarrollen.

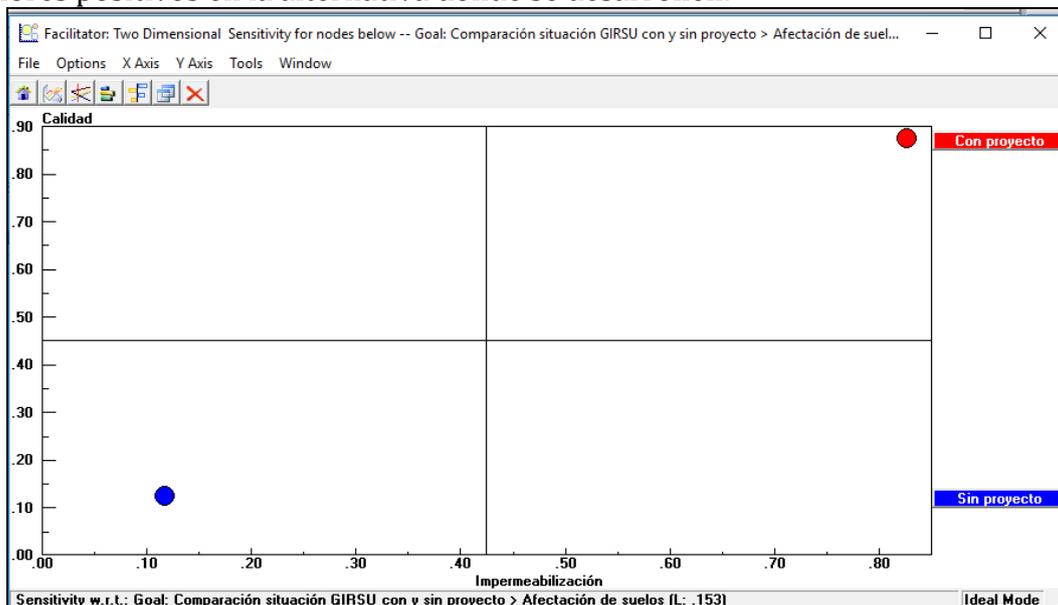


Figura 19: Captura de pantalla Expert Choice – Análisis de Sensibilidad
Gráfico 2D – Criterio: afectación del suelo

En la representación del criterio “afectación del suelo”, a través de la herramienta Gráfico 2D, se observan cuatro cuadrantes donde se comparan los dos subcriterios involucrados (impermeabilización y calidad). Los valores más convenientes se ubicarán en el cuadrante superior derecho y los menos convenientes en el inferior izquierdo. En este caso particular, se observa claramente la preponderancia de la situación con proyecto frente la situación actual.

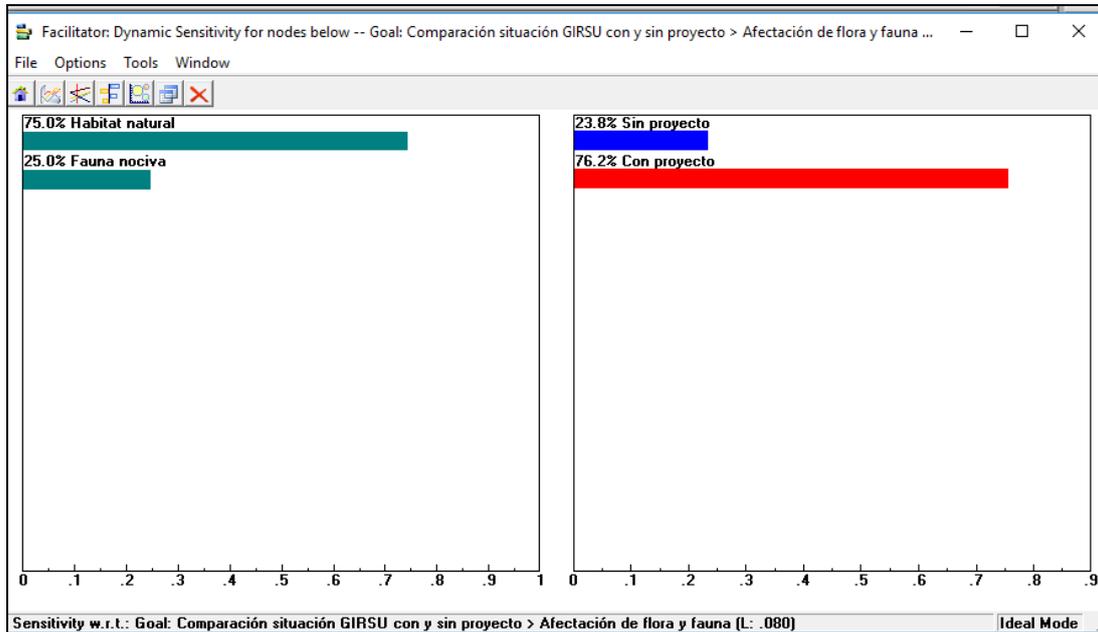


Figura 20: Captura de pantalla Expert Choice – Análisis de Sensibilidad
Gráfico Dinámico – Criterio: afectación de flora y fauna

En el gráfico precedente se observa la preponderancia de la situación con proyecto (76%) frente a la situación sin proyecto, dada fundamentalmente por la posibilidad de compensación y mitigación de los impactos producidos sobre el Medio Biológico.

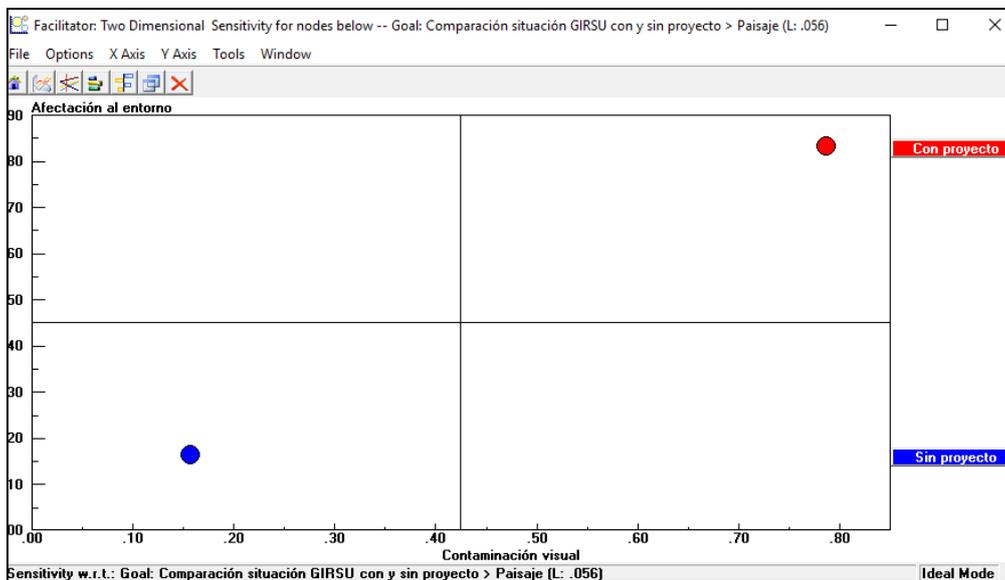


Figura 21: Captura de pantalla Expert Choice – Análisis de Sensibilidad
Gráfico 2 D – Criterio: paisaje

En la **Figura 21**, se puede observar a través del Gráfico 2D realizado para el criterio paisaje, la conveniencia de la Alternativa con proyecto, con más del 80%, frente a un 15% que presenta la situación sin proyecto.

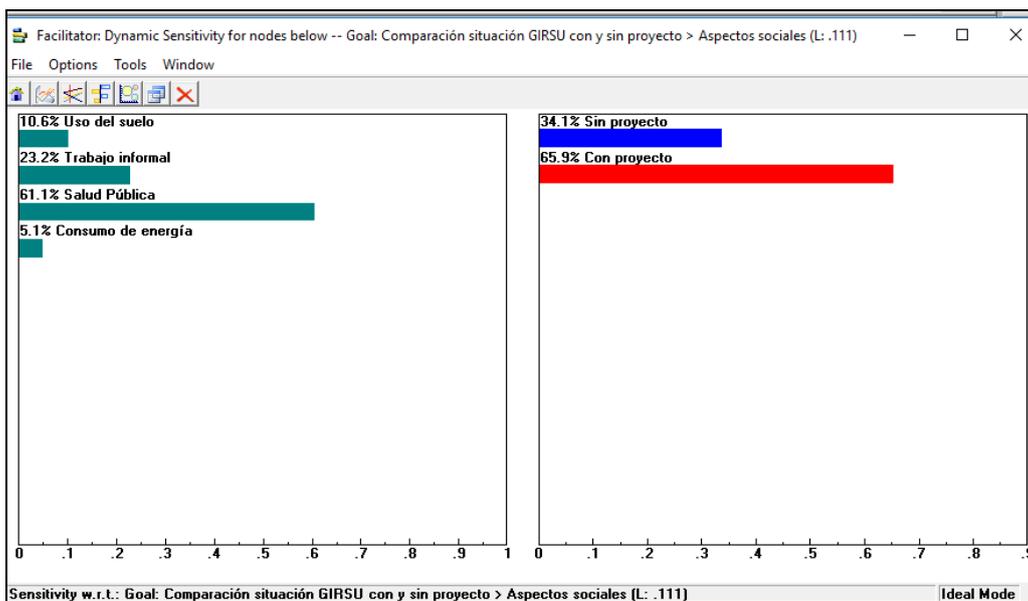


Figura 22: Captura de pantalla Expert Choice – Análisis de Sensibilidad
Gráfico Dinámico – Criterio: aspectos sociales

En la figura precedente se observan los porcentajes de preferencia de las dos alternativas planteadas para el criterio: aspectos sociales, y el detalle de los pesos correspondientes a cada uno de los subcriterios, donde se observa, que el mayor valor para la comparación se asignó a la “salud pública”. El resultado final indica una preferencia del 66% para la Alternativa: con proyecto.

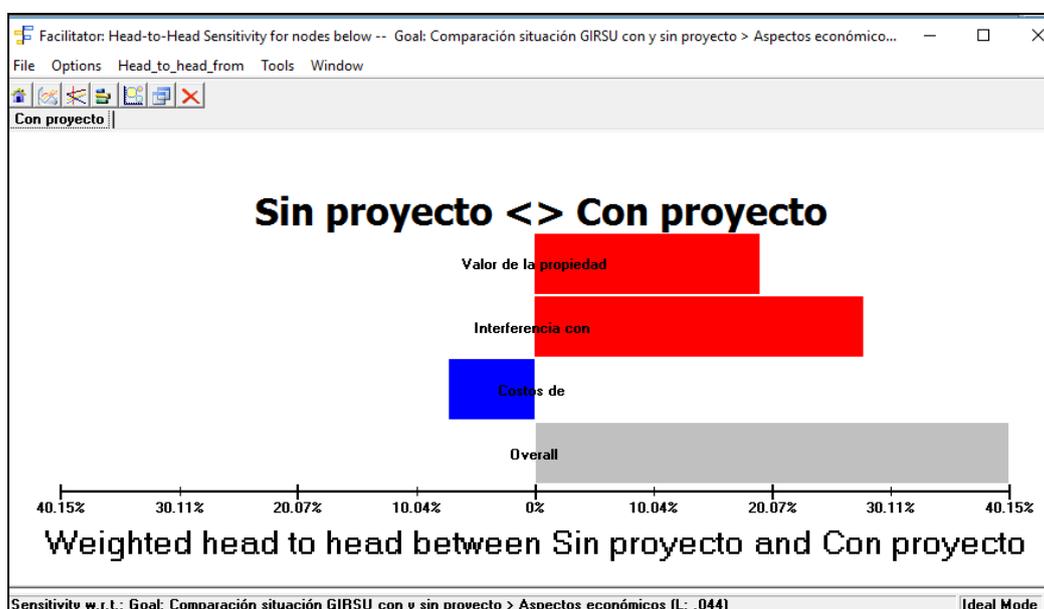


Figura 23: Captura de pantalla Expert Choice – Análisis de Sensibilidad
Gráfico Head to Head – Criterio: aspectos económicos

En la valoración de los Aspectos Económicos, en el gráfico Head to Head, se observa la preponderancia de los subcriterios: valor de la propiedad e interferencia con otras actividades en la alternativa con proyecto y como aspecto

positivo de la situación sin proyecto, se observa el subcriterio: costos de disposición final.

- **Conclusiones y resultado final de la valoración**

Para la mejor visualización de los resultados finales se confeccionó el Gráfico de Performance aplicado al Objetivo Global.

En este gráfico se puede observar en general el comportamiento superior de la Alternativa “con proyecto”, frente a la Alternativa “sin proyecto”. Además este gráfico permite visualizar los porcentajes de incidencia en la valoración final, de cada uno de los criterios adoptados.

En el caso del comportamiento de la situación “con proyecto” se observa que alcanza niveles de máximos de más del 95% y mínimos de 60%. En tanto en la alternativa sin proyecto, el valor máximo alcanza el 50%, en tanto el mínimo registra valores alrededor del 15%

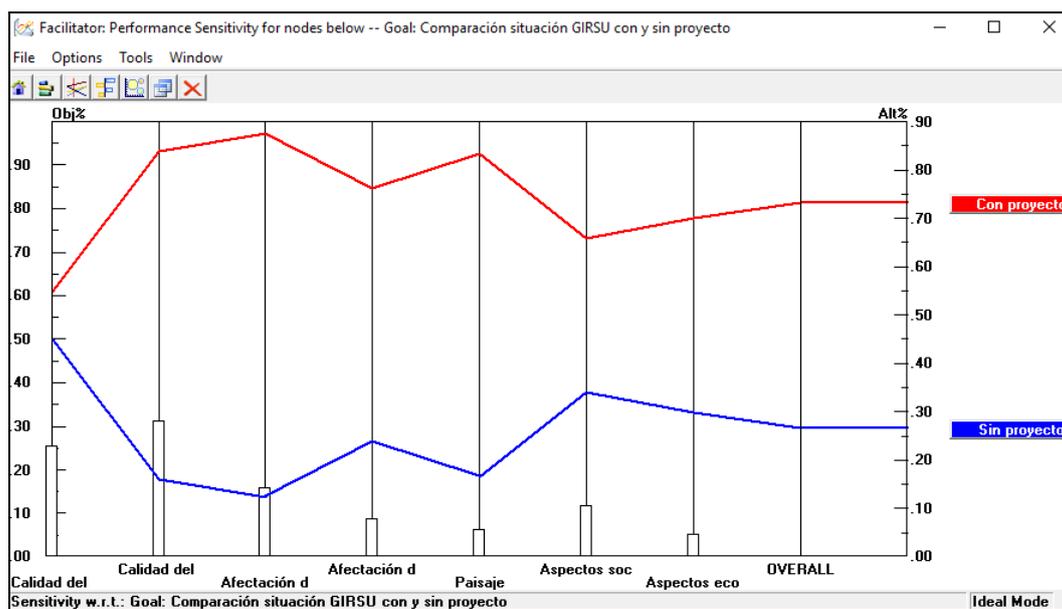


Figura 24: Captura de pantalla Expert Choice – Análisis de Sensibilidad
Gráfico Performance – Objetivo General

De toda esta evaluación realizada surge que habrá una gran diferencia, marcada por los valores finales obtenidos (73% y 27%) para las alternativas “con proyecto” y “sin proyecto”, respectivamente.

Esta diferencia se sustenta en el hecho que actualmente la disposición final de más de la mitad de los residuos generados en la región se disponen en forma incontrolada en grandes basurales a cielo abierto, con las consabidas consecuencias negativas que esto implica.

Por lo tanto la implementación del presente proyecto, y la construcción y operación de las obras previstas, si bien generará impactos ambientales negativos significativos sobre algunos factores del ambiente, estos se generarán en forma local y serán controlados y mitigados como ya se expuso en la Evaluación de Impacto Ambiental realizada sobre las obras. Pero este último análisis muestra que aun así la obra de saneamiento a construirse implicará gran mejora de la situación actual, cuantificada en una relación de preferencia 7 a 3.

5.9 Plan de Manejo Ambiental (PMA)

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) es el resultado final de la EIA y estará conformado por el conjunto de planes, programas y proyectos necesarios para controlar, mitigar y corregir los impactos asociados con el desarrollo del emprendimiento.

En los programas, obras y medidas que se propongan dentro del **Plan de Manejo Ambiental** se precisarán: objetivos, impactos a controlar, metodología y acciones, descripción de actividades, medidas de manejo, frecuencia, responsables de ejecución, lugar de aplicación, instrumentos e indicadores de seguimiento y monitoreo. En este plan se incluirán fundamentalmente, la articulación espacial y temporal de las medidas de manejo ambiental tendientes a la mitigación, y corrección de los impactos ambientales negativos atribuibles a la construcción, operación, clausura y post-clausura del Centro Ambiental.

El PMA también incluye un seguimiento de los impactos para lograr un mejor diagnóstico de los mismos, como así también su control mediante un sistema de monitoreo y vigilancia ambiental; de la misma manera respecto de las acciones que minimicen los riesgos ante la posibilidad que se presenten efectos adversos.

5.9.1 Objetivos y Componentes

Los objetivos del *Plan de Manejo Ambiental para el Centro Ambiental El Borbollón*, en función de los impactos ambientales identificados son los siguientes:

- Desarrollar herramientas para la aplicación y control de cumplimiento de las Medidas de Mitigación propuestas.
- Identificar los riesgos asociados a las actividades a desarrollar en las distintas etapas de proyecto, en el marco de Plan de Contingencias y prever las acciones pertinentes a cada riesgo identificado.

El PMA está conformado por programas, que deberán ser implementados durante las distintas etapas del Proyecto (construcción, operación y cierre), con la finalidad del conservar el ambiente donde se desarrolla, lograr el adecuado desarrollo socioeconómico de la población involucrada y prolongar la vida útil de la infraestructura del mismo, como así también, evitar la generación de conflictos,

mejorar la calidad de vida de la población involucrada y mantener una buena relación con la misma.

El Plan de Manejo Ambiental consta de los Programas y Planes siguientes:

- *Programa de Seguimiento, Control:* incluirá las medidas de control a implementar en función de las medidas de mitigación previstas para los impactos detectados en las diferentes etapas del proyecto.
- *Programa de Monitoreo Ambiental:* se establecerán las variables ambientales a monitorear, con así también, se indicarán los parámetros de medición y frecuencias sugeridas, para el desarrollo temporal y espacial de los muestreos a realizar.
- *Plan de Contingencias:* se desarrollará en las distintas etapas del proyecto.
- *Programa de Seguridad e Higiene.*
- *Plan de Forestación del Centro Ambiental.*
- *Plan de Mantenimiento de Equipos.*

5.9.2 Programa de Seguimiento y Control

El programa de seguimiento y control está orientado al seguimiento sistemático de aquellas variables ambientales relacionadas con los impactos identificados. El Programa debe ser planificado, organizado y desarrollado, de la forma más específica posible, a fin de que sirva para estimar cambios en la calidad ambiental y controlar el cumplimiento de las previsiones derivadas del Estudio de Impacto Ambiental.

Este Programa implicará la observación continua, normalizada y estandarizada; ordenada en el tiempo y en el espacio, tendiente a controlar y realizar el seguimiento de las acciones previstas para la operación ambientalmente correcta de las actividades previstas en el proyecto.

Este programa se plantea como una necesidad para evaluar las condiciones en que opera el Centro Ambiental, y a su vez como herramienta para la consecución de información confiable, actualizada y oportuna, que permita un análisis veraz de la calidad ambiental del emprendimiento y su área de influencia.

A continuación, se agregan algunas Fichas de Control, para cada uno de los impactos que resulta necesario hacer seguimiento.

5.9.2.1 Fichas para Control de Impactos

Tabla 7: Ficha N°1= Subprograma Aguas Superficiales y Subterráneas

FICHA N° 1	
Subprograma	Aguas Superficiales y Subterráneas
Objetivo(s)	Evitar la contaminación de los cuerpos de agua, tanto superficiales como subterráneos y de los suelos, a causa del mal manejo o deficiente gestión de los lixiviados producidos por la descomposición de los residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario.
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de vuelco a cauces superficiales. • Riesgo de vuelco/infiltración de combustibles y lubricantes.
Tipo de Medida	PREVENCIÓN
Lineamientos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de un sistema de impermeabilización y de drenaje en el fondo del relleno, que garantice que los lixiviados puedan ser evacuados y conducidos al exterior del relleno para su posterior gestión. • Construcción de una pileta de evaporación de líquidos lixiviados, donde serán trasladados, una vez bombeados desde la zona de relleno a través de los tubos de extracción dispuestos para este fin. • Construcción de conductos para la recirculación de los líquidos lixiviados que no se hayan evaporado en la pileta de almacenamiento transitorio. • Construcción de una red de estructuras hidráulicas para el manejo de agua de lluvia que caiga directamente sobre los residuos o coberturas diarias para de esta forma evitar la infiltración y aumento de los caudales de lixiviados. • Control de los residuos que ingresen a la zona de disposición, no permitiendo residuos de carácter peligroso. La disposición de residuos con metales pesados desestabiliza los materiales biológicos.
Recursos utilizados	Responsable de su ejecución
<ul style="list-style-type: none"> • Geomembrana impermeable. • Barrera de suelo bentonítico, debajo de la geomembrana. • Pileta de evaporación de lixiviados. • Sistema de recirculación de lixiviados 	El Contratista de la operación del Centro Ambiental y la correspondiente Autoridad de Aplicación.
Cronograma de ejecución	
<ul style="list-style-type: none"> • La instalación de las barreras impermeables (membrana + suelo bentonítico). Se realizan en la etapa de Construcción. • El sistema de drenaje se construye en la fase de construcción y operación. • El sistema de recirculación se construye en la fase de operación. • La gestión de lixiviados y escorrentías se realiza durante la etapa de operación, clausura y post-clausura. 	

Tabla 8: Ficha N°2 = Suprograma Calidad del Aire

FICHA N° 2	
Subprograma	Calidad del aire
Objetivo(s)	Evitar la contaminación del aire por emisiones atmosféricas y material particulado, durante la etapa de construcción y operación.
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de material particulado y emisiones.
Tipo de Medida	PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
Lineamientos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Previo a la iniciación del proyecto, será indispensable verificar el buen estado de los escapes de los motores y vehículos, etc. Se deberá corroborar que todos los equipos funcionen adecuadamente y que sus motores estén sincronizados y no emitan gases de carbono fuera de lo normal. • Se instalarán tubos de venteo de gases, para el drenaje del biogás a generarse en el relleno. • Se realizará el regado periódico de las vías de operación interna (mínimo dos veces al día) para evitar la emisión y dispersión de material particulado.
Recursos utilizados	Responsable de su ejecución
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Gestión de gases. • Vehículo cisterna regador (carro tanque). 	El Contratista de la operación del Centro Ambiental y la correspondiente Autoridad de Aplicación.
Cronograma de ejecución	
<ul style="list-style-type: none"> • La instalación de la primera etapa de los tubos de venteo, se realizará durante la etapa de construcción. • Continuidad de la colocación de tubos de venteo durante de la etapa de operación. • Control de emisiones de maquinarias durante las etapas de construcción y operación. • Control de emisiones de maquinaria operando en la etapa de clausura y post-clausura y control de emisiones de la etapa de post-clausura. 	

Tabla 9: Ficha N°3 = Subprograma Ruido y Vibración

FICHA N° 3	
Subprograma	Ruido y Vibración
Objetivo(s)	Evitar la generación excesiva de ruidos y vibraciones en niveles que ocasionen perturbaciones y daños a la salud humana, la fauna y el deterioro de materiales e infraestructura.
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de ruidos por circulación de camiones y maquinaria pesada.
Tipo de Medida	MITIGACIÓN
Lineamientos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Efectuar controles en las fuentes: silenciadores, mantenimiento, protección auditiva, cambios de equipos. • Prohibir el uso de sirenas y cornetas que emitan altos niveles de ruido. • Establecer el límite de velocidad para la circulación interna de los vehículos. • Se deberá corroborar que todos los equipos funcionen adecuadamente. • Los vehículos, maquinaria y equipos, deberán permanecer encendidos únicamente el tiempo estrictamente necesario para la operación. Los silenciadores deberán funcionar correctamente. • Pantallas sónicas (de resultar necesario) y aislación acústica en edificios.
Recursos utilizados	Responsable de su ejecución
<ul style="list-style-type: none"> • Maquinarias, equipos y personal técnico. 	El Contratista de la operación del Centro Ambiental y la correspondiente Autoridad de Aplicación.
Cronograma de ejecución	
Durante la construcción, operación, clausura y post-clausura	

Tabla 10: Ficha N°4 = Subprograma Geología y Suelos

FICHA N° 4	
Subprograma	Geología y Suelos
Objetivo(s)	Brindar soluciones y herramientas técnicas que garanticen la estabilidad de los taludes del relleno y zonas que presenten fenómenos de inestabilidad.
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación del comportamiento estructural de suelos. • Modificación del relieve natural. • Reducción de procesos erosivos por conducción de aguas pluviales.
Tipo de Medida	MITIGACIÓN
Lineamientos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Desde el punto de vista operativo y constructivo, se deberán tener en cuenta las recomendaciones hechas en la Memoria de Operación del Proyecto. • Prestar especial atención al manejo de aguas de escorrentía tanto para las vías de acceso, como a las zonas de disposición de residuos. • Garantizar y prevenir la estabilidad en taludes, mediante el uso de alternativas técnicas, con el fin de implementarlas según las condiciones de cada zona o punto en particular. Las alternativas técnicas a considerar son, entre otras, muros en gaviones, revegetación con biomanto, cobertura vegetal, barreras semipermeables, barreras semipermeables de maleza en un talud, taludes en escalera, tablestacados en madera y protección vegetal de taludes en escalera.
Recursos utilizados	Responsable de su ejecución
Según alternativa	El Contratista de la operación del Centro Ambiental y la correspondiente Autoridad de Aplicación.
Cronograma de ejecución	
Durante la construcción, operación, clausura y post-clausura.	

Tabla 11: Ficha N°5 = Subprograma Flora y Fauna

FICHA N° 5	
Subprograma	Flora y Fauna
Objetivo(s)	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar que en todas las fases del proyecto se genere el mínimo impacto sobre la flora y fauna de la zona. • Incrementar la cobertura vegetal en el área de influencia directa, para compensar la eliminación producida por la construcción y operación del proyecto.
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Replantado de especies naturales con cobertura final. • Creación de nuevos hábitats por forestación. • Proliferación de fauna nociva por manejo de residuos.
Tipo de Medida	MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN
Lineamientos metodológicos	<p>Este programa comprende el establecimiento de material vegetal en las siguientes zonas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zonas de protección ambiental y zonas no intervenidas. • Realización de barreras vivas en áreas aledañas a las vías y zonas de trabajo. • Realización de jardines y colocación de forestación en zonas complementarias (sector de edificios y planta). • Colocación de cobertura vegetal en las zonas finalizadas del relleno. • Desratización y desinsectación periódica. <p>Las tres primeras tareas se deben adelantar durante la etapa de construcción y se completarán durante las etapas de operación y clausura del proyecto.</p> <p>La cuarta se debe adelantar en las superficies expuestas del relleno sanitario, donde se alcancen las cotas definitivas de llenado.</p> <p>Para el establecimiento de la masa arbórea se deben atender las siguientes medidas mínimas: Plantación, fertilización, resiembras, mantenimiento y control de las especies sembradas, todo de acuerdo a lo dispuesto en el Plan de Forestación.</p> <p>Control de aves, mediante la colocación de material de cobertura sobre los residuos sólidos dispuestos.</p> <p>Control de insectos en las instalaciones del relleno.</p> <p>Control de roedores en el sector de relleno y alrededores.</p>
Recursos utilizados	Responsable de su ejecución
<ul style="list-style-type: none"> • Especies vegetales nativas y exóticas. • Sustancias químicas para control de plagas vegetales. • Organismos para control biológico. 	<p>El Contratista de la operación del Centro Ambiental y la correspondiente Autoridad de Aplicación, serán responsables de velar por el buen manejo de la operación, la recuperación del entorno y el manejo de plagas.</p>
Cronograma de ejecución	
Durante la construcción, operación, clausura y post-clausura.	

Tabla 12: Ficha N°6= Subprograma Aspectos visuales y paisajísticos

FICHA N° 6	
Subprograma	Aspectos visuales y paisajísticos
Objetivo(s)	Conformar una estructura visual estética.
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación del relieve natural por construcción y operación del Módulo. • Modificación del paisaje natural. • Recuperación y mejora del paisaje.
Tipo de Medida	MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN
Lineamientos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas de diseño para adaptarse a las geoformas del lugar. • Remodelación de taludes y terraplenes. • Revegetación. • Barreras visuales. • Manejo de coberturas similares a la tipología de la zona.
Recursos utilizados	Responsable de su ejecución
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos para movimiento de tierra. • Cobertura vegetal. • Especies seleccionadas para el manejo del paisaje. 	El Contratista de la operación del Centro Ambiental y la correspondiente Autoridad de Aplicación.
Cronograma de ejecución	
Durante la construcción, operación, clausura y post-clausura	

Tabla 13: Ficha N°7 = Subprograma Impacto Socioeconómico

FICHA N° 7	
Subprograma	Impacto Socioeconómico
Objetivo(s)	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar conflictos con la población. • Evitar efectos en la salud de las personas por contaminantes. Olores y ruidos.
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los impactos negativos evaluados y que pueden afectar a la población circundante. • Generación de empleo e incremento de la actividad económica
Tipo de Medida	PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
Lineamientos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar todas las medidas de mitigación previstas para calidad de aire. • Adecuada gestión de biogás. • Adecuada gestión de lixiviados. • Utilizar mano de obra local.
Recursos utilizados	Responsable de su ejecución
<ul style="list-style-type: none"> • Todos los recursos previstos para garantizar la calidad de aire. • Plan de Monitoreos periódicos. 	El Contratista de la operación del Centro Ambiental y la correspondiente Autoridad de Aplicación.
Cronograma de ejecución	

La actividad de gestión social se debe iniciar antes de la etapa de construcción y extenderse hasta la etapa de post-clausura.

Tabla 14: Ficha N°8 = Subprograma Salud Pública

FICHA N° 8	
Subprograma	Salud Pública
Objetivo(s)	Brindar al operador del proyecto, al personal vinculado a la operación del relleno y poblaciones vecinas, un instrumento tendiente a prevenir y controlar riesgos que durante la construcción, operación, clausura y post-clausura, se puedan presentar.
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto de la calidad de vida de en el Área de Influencia Directa por manipulación de residuos. • Protección para los trabajadores del CA.
Tipo de Medida	PREVENCIÓN
Lineamientos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Definir la política sobre saneamiento ambiental y salud ocupacional del proyecto. • Tener en cuenta las bases legales de la Salud Ocupacional. • Elaborar el Reglamento de Medicina, Higiene y Seguridad. • Conformación de un Comité de Higiene y Seguridad. • Elaboración del Panorama General de Riesgos (Plan de Emergencia y Contingencia). • Controlar roedores y vectores sanitarios.
Recursos utilizados	Responsable de su ejecución
<ul style="list-style-type: none"> • Legislación de Higiene y Seguridad Laboral. • Sistema de control de plagas 	La Autoridad de Aplicación se encargará de verificar que el personal vinculado al proyecto llene los requisitos exigidos de higiene y seguridad y realizará el control y seguimiento de lo establecido en la legislación vigente al respecto.
Cronograma de ejecución	
Durante la construcción, operación, clausura y post-clausura	

Tabla 15: Ficha N°9 = Subprograma de aguas de lluvia

FICHA N° 9	
Subprograma	Manejo de aguas de lluvia
Objetivo(s)	Construir un sistema de drenaje que permita el manejo de las aguas de lluvia en el área del proyecto.
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Control de la dirección de los escurrimientos. • Reducción de infiltración en Módulo.
Tipo de Medida	PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
Lineamientos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Se deben construir canales recolectores sobre la cobertura diaria de los residuos (sección triangular diseñadas acorde a las condiciones en concreto para las vías de acceso). • La construcción de estas obras deberán conducir y canalizar las aguas de escorrentía superficial hasta llevarlas al exterior del relleno de tal manera que se evite la erosión y lavado del material de cobertura. • Construir sistema de canales perimetrales y mantenerlos limpios y despejados.
Recursos utilizados	Responsable de su ejecución
<ul style="list-style-type: none"> • Suelo bentonítico. • Material de construcción. • Herramientas para mantenimiento. 	El Contratista de la operación del Dentro Ambiental y la correspondiente Autoridad de Aplicación.
Cronograma de ejecución	
Durante la Operación, Clausura y Post-clausura.	

Tabla 16: Ficha N°10 = Subprograma Manejo de aguas residuales domésticas

FICHA N° 10

Subprograma	Manejo de aguas residuales domésticas	
Objetivo(s)	Evitar la contaminación de cuerpos de agua superficiales y de los suelos por inadecuada disposición de aguas residuales domésticas (servidas y grises) así como evitar la afectación de las comunidades hidrobiológicas existentes en las corrientes ubicadas aguas abajo del área de influencia.	
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> Control de vertidos/infiltración de efluentes sin tratar. 	
Tipo de Medida	PREVENCIÓN	
Lineamientos metodológicos	Construir el sistema de tratamiento de aguas residuales para los efluentes a generarse en la zona de Edificios Complementarios.	
	Recursos utilizados	Responsable de su ejecución
	<ul style="list-style-type: none"> Material de construcción. Sistema de tratamiento de aguas servidas. 	La Contratista de la operación del relleno sanitario y la correspondiente Autoridad de Aplicación.

Cronograma de ejecución

Durante la Operación del proyecto.

Tabla 17: Ficha N°11 = Subprograma Gestión de Lixiviados

FICHA N° 11	
Subprograma	Gestión de Lixiviados
Objetivo(s)	Evitar la contaminación de cuerpos de agua tanto superficiales como subterráneos y de los suelos, a causa del mal manejo y una deficiente disposición de los lixiviados producidos por la descomposición de los residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario.
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión y control de lixiviados. • Control de lixiviados por monitoreo.
Tipo de Medida	PREVENCIÓN
Lineamientos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Construir y operar adecuadamente, un sistema de gestión de líquidos lixiviados, generados por la degradación de los residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario. • Realizar monitoreos periódicos de la calidad y composición de los líquidos lixiviados.
Recursos utilizados	Responsable de su ejecución
<ul style="list-style-type: none"> • Material de construcción. • Sistema de gestión de lixiviados. • Laboratorio de análisis. 	El Contratista de la operación del Centro Ambiental y la correspondiente Autoridad de Aplicación.
Cronograma de ejecución	

Durante la Operación del proyecto y en las fases de clausura y post-clausura.

5.9.3 Programa de Monitoreo Ambiental (PMA)

El Programa de Monitoreo Ambiental tiene como finalidad medir la calidad del entorno del emprendimiento, como herramienta de gestión que permitirá determinar tanto la eficiencia de las acciones de prevención y control de la contaminación, como los puntos críticos y acciones a implementar para corregir los efectos que generen cambios en el entorno. Este PMA está encaminado a realizar un seguimiento en el tiempo y en el espacio de las variables ambientales y sus indicadores, que muestren y determinen el comportamiento y evolución de los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos del proyecto, en el lugar donde éstas se desarrollan y en su área de influencia.

El Programa de Monitoreo se concibe como una herramienta indispensable para el aporte de información básica de interés ecológico, técnico, social, cultural y de gestión. A su vez este será el instrumento que permitirá comprobar a las autoridades ambientales y a la comunidad, el cumplimiento de los estándares establecidos por la legislación aplicable.

Las normas que rigen actualmente respecto de la gestión de residuos sólidos, hacen necesario que se cuente con un adecuado programa de monitoreo y seguimiento que permita el conocimiento permanente del estado de la calidad del entorno, dadas las alteraciones introducidas en la operación, durante la vida útil del relleno, su clausura y post-clausura que tiene que ver con los elementos contaminantes, en los componentes aire, agua y suelo.

El establecimiento de sistemas de monitoreo en rellenos sanitarios, tiene como objetivo primordial el seguimiento y control ambiental de las emisiones originadas por la operación y posterior cierre de estas instalaciones, que pudieran afectar la salud pública y el ambiente. En la actualidad esta actividad tiende a incrementarse en la etapa de diseño, representando un aspecto benéfico para el mejoramiento de la operación y buen funcionamiento de estos sitios de disposición final de residuos.

Para el adecuado seguimiento y control de aquellos impactos que afectan al ambiente en sus diferentes componentes: agua, aire, suelo, salud y bienestar; se requiere el conocimiento de los parámetros y límites que aseguren que la operación del sitio es segura y no originará contaminación de ningún tipo.

Los criterios bajo los cuales se establecerán las condiciones en que se llevará a cabo el programa de monitoreo, la infraestructura, los equipos y personal requerido para operarlo de manera eficiente, son aspectos fundamentales para el adecuado aprovechamiento de los recursos humanos y económicos destinados a esta actividad.

Otros puntos importantes para el buen funcionamiento de un programa de monitoreo, son el establecimiento de lineamientos para la estandarización de las técnicas de muestreo, calibración de equipos, prácticas de laboratorio y análisis e interpretación de la información recabada por las actividades de monitoreo.

Por otra parte, el tipo de monitoreo que se realice dependerá del parámetro cuantificado, los objetivos que se persigan y en algunos casos, de las condiciones meteorológicas y físicas del sitio.

Se deben plantear dos tipos de Monitoreos, los Monitoreos de Detección y Monitores de Evaluación:

- **Monitoreo de Detección:** Una vez se fija una frecuencia mínima de monitoreo para cada variable durante la vida útil y la clausura y post-clausura del relleno sanitario, se establece el número mínimo de muestreos, sin embargo, cuando se encuentre un incremento significativo de cualquier parámetro, se deberá avisar en un plazo de quince días a las autoridades, los cuales deberán establecer un programa de “monitoreo de evaluación”.
- **Monitoreo de Evaluación:** Cuando uno o más de los parámetros se incrementen de manera significativa, se debe iniciar un Monitoreo de Evaluación. El Programa de Monitoreo de Evaluación se puede suspender cuando se demuestre que en dos muestreos consecutivos, los parámetros en cuestión han vuelto a los niveles de fondo cuando menos. En caso de que los parámetros estén sobre las normas y no se pueda demostrar que la causa es ajena al emprendimiento, se deberá avisar a las autoridades e iniciar un proyecto de detección y corrección de la falla.

Para concretar y establecer el monitoreo de evaluación se deben concertar entre las autoridades ambientales y el contratista los “niveles aceptables”, o sea la meta de calidad a que se debe llegar para cada uno de los parámetros excedidos sobre el nivel de fondo.

5.9.3.1 Etapas para la implementación del Monitoreo

- **Trabajo de Campo:** Esta actividad reúne las tareas y demás actividades de campo relacionadas con muestreos y medición de parámetros en el campo y determinaciones de laboratorio.
- **Proceso y Análisis de la Información:** A este comprenden las actividades de sistematización, ordenación, análisis y evaluación de la información obtenida en el campo y en el laboratorio, para determinar el comportamiento de cada indicador. La información debe mirarse tanto individualmente como en forma integral o ecosistémica del área de influencia del proyecto.
- **Informes:** De acuerdo con las actividades desarrolladas es necesario consignar éstas y sus resultados, mediante la elaboración de informes escritos que deben ir dirigidos a la Autoridad de Aplicación, a los efectos de la evaluación y publicación de resultados. Se sugiere que el informe contemple los siguientes aspectos:

- Presentación de las características de referencia del entorno o área de influencia del proyecto.
- Metodología e indicadores y bioindicadores.
- Localización de los sitios de muestreo (mapa georeferenciado).
- Resultados arrojados durante el período de muestreo, comparados con límites establecidos por la normativa vigente.
- Análisis global y comparativo de los monitoreos actuales e históricos.
- Decisiones que deben tomarse.
- Conclusiones y recomendaciones.

5.9.3.2 Alcances del Programa de Monitoreo

Dentro de los alcances de este Programa se encuentran:

- Establecer los análisis a realizarse.
- Definir una frecuencia de muestreo de las distintas variables a monitorear.
- Definir los procedimientos de análisis y de muestreo.
- Garantizar la integridad de las muestras mediante la utilización de documentos de cadena de custodia y análisis.
- Determinar los formularios y los procedimientos para proporcionar la información adecuada al sistema de manejo de datos.

Asimismo, este programa garantizará la precisión y exactitud de la información sobre los medios analizados, para reducir los errores durante la toma de muestras y el análisis de éstas, siguiendo procedimientos de estricto control, para reforzar la credibilidad de la información.

Por otra parte, se mantendrá un sistema de base de datos centralizado para el manejo y procesamiento de estos, desarrollándose informes para facilitar el control del programa de monitoreo y también para suministrar información de comparación de datos, reconociendo las tendencias mediante el análisis estadístico, para la rápida detección e identificación de los eventuales problemas, que pudieran generar riesgos para la salud pública y el medio ambiente en general.

5.9.3.3 Determinación de Monitoreos

A los efectos de determinar los elementos a monitorear, se tuvieron en cuenta los principales impactos a producirse en las distintas etapas de proyecto. De este análisis surgieron los siguientes agentes impactantes y elementos impactados:

Tabla 18: Determinación Factores a Monitorear

Agente Impactante	Componente Impactado
Biogás	AIRE Y SUELO
Lixiviados	AGUAS SUP. Y SUBTERRÁNEAS
Partículas Aerotransportables	AIRE
Ruido	AIRE
Operación del relleno (estabilidad de taludes, densidad de compactación, etc.)	SUELO

Por lo tanto resultará necesario realizar un monitoreo permanente de los componentes aire, agua (superficial y subterránea) y suelo. Para esto se propone la siguiente distribución, según componente y elementos a monitorear:

- **Aire:** Partículas aerotransportables, Parámetros climatológicos, Partículas viables biológicas, Biogás (Composición, Explosividad, Caudal), Ruido.
- **Suelo:** Migración del Biogás en suelo, Estabilidad del relleno, Densidad de Compactación y Permeabilidad del material de cobertura.
- **Agua:** Calidad del agua superficial, Calidad del agua subterránea, Cantidad y composición del lixiviado, Calidad de efluentes residuales.

5.9.3.4 Monitoreo de Aire

Para el componente aire, se deberán monitorear: 1) Biogás (composición, explosividad y caudal), 2) Calidad del Aire, que incluirá el monitoreo de: Partículas aerotransportables, Parámetros climatológicos y Partículas viables biológicas, y 3) Ruido.

Biogás

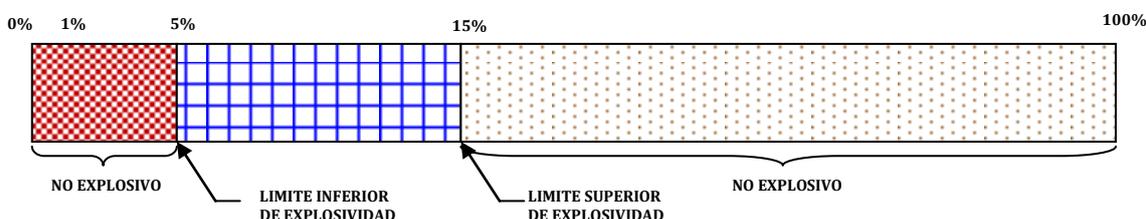
El biogás o gas del relleno es una mezcla de gases productos de la transformación biológica de la fracción orgánica contenida en los residuos sólidos. Existen varios factores que determinan su producción, entre los que se destaca:

- Contenido orgánico de los residuos
- Humedad disponible
- Composición de los residuos
- Tamaño y densidad de los residuos
- pH y temperatura
- Contenido de oxígeno

La composición del biogás varía entre 25-60% de metano y 40-75% de dióxido de carbono. Adicionalmente el biogás contiene una gran variedad de compuestos

orgánicos reactivos, incluyendo benceno, tolueno, xileno, metil-etil-cetona y percloroetileno. Estos compuestos son subproductos de los procesos de digestión de los materiales dispuestos. El principal riesgo del biogás se presenta cuando éste se mezcla con el aire en concentraciones del 5 al 15%, originando explosiones o incendios. En este sentido, el monitoreo del biogás sirve para determinar si el gas está presente en concentraciones de riesgo para la salud humana y el ambiente. En las **Tabla 19** y **Tabla 20** se presenta una composición tipo de los gases producidos en un relleno sanitario.

METANO



OXIGENO

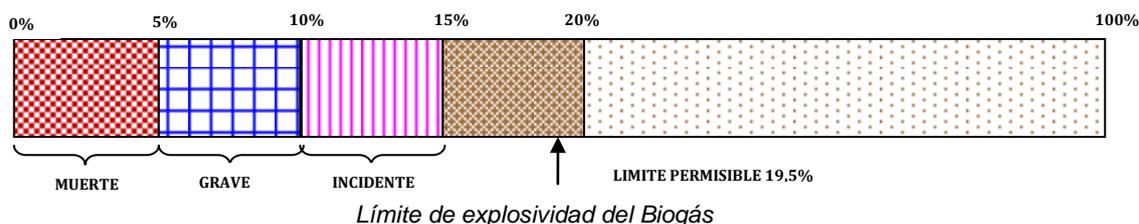


Tabla 19: Composición de los gases producidos en un relleno sanitario en función del tiempo desde que se finalizó la construcción de la celda

Tiempo transcurrido (meses)	Composición de los gases (%)		
	N2	CO2	CH4
0 - 3	5,2	88	5
3 - 6	3,8	76	21
6 - 12	0,4	65	29
12 - 18	1,1	52	40
18 - 24	0,4	53	47
24 - 30	0,2	52	48
30 - 36	1,3	46	51
42 - 48	0,4	51	48

Fuente: Brunner R. Dirk y Keller, J. Daniel – Sanitary Landfill Design and Operation USEPA, 1972

Tabla 20: Constituyentes típicos encontrados en el Biogás

Componente	Porcentaje (base seca)
Metano	45-60
Dióxido de Carbono	40-60
Nitrógeno	2-5
Sulfuros, Disulfuros, Mercaptanos, etc.	0,1-1,0
Amoníaco	0-0,1
Hidrógeno	0-0,2
Monóxido de Carbono	0-0,2
Constituyentes Traza	0,01-0,6

Característica	Valor
Temperatura	37-67°C
Densidad específica	1,02-1,06
Contenido de humedad	Saturado
Poder calorífico superior (Kcal/m ³)	890-1223

Fuente: Tchobanoglous George, Theisen Hilary y Vigil A. Samuel – Gestión Integral Residuos Sólidos, Mc Graw Hill, 1994

Otros puntos importantes relacionados con la presencia de biogás en un relleno son los siguientes: el *dióxido de carbono* en solución con el agua subterránea puede producir condiciones ácidas que inciden en la movilidad de los metales en el agua subterránea, cuando se combina el *dióxido de carbono* del biogás con los *lixiviados*, al acumularse el gas en la parte inferior del relleno, dándole características ácidas a los líquidos, se propicia la formación de ácido carbónico que es muy corrosivo. También se pueden generar “combustiones sordas”, ocasionando asentamientos que pueden provocar accidentes.

Por otra parte, el movimiento del biogás en el relleno, depende de los siguientes factores:

- Espesor de la capa de residuos.
- Composición de los residuos sólidos depositados.
- Características de permeabilidad del terreno y del material de cobertura.
- Características de permeabilidad del suelo adyacente al relleno.
- Compactación de los residuos sólidos y del material de cobertura.
- Impermeabilización con geomembrana.

En el proyecto para el Centro Ambiental El Borbollón, la impermeabilización del fondo del módulo se realizará con una capa de suelo bentonítico de 0,30 m de espesor sobre el cual se colocará una geomembrana de 2000 micrones, además se construirá un sistema de venteo y recolección de biogás, cuyas características se puede observar en el **Anexo 1: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

Los parámetros considerados para el programa propuesto de monitoreo y la periodicidad de sus análisis se establece en la **Tabla 21**:

Tabla 21: Parámetros considerados en el programa de Monitoreo de Biogás

Parámetro	Técnica recomendada	Periodicidad recomendada
a) Composición <ul style="list-style-type: none"> • Metano • Dióxido de carbono • Oxígeno • Nitrógeno 	Cromatografía de gases	Trimestral
b) Flujo	Lectura en campo con explosímetro digital y flujómetro	Mensual
c) Explosividad y toxicidad	Lectura en campo con explosímetro digital y flujómetro	Mensual

Dado que los objetivos de este programa son la protección de la salud pública y el ambiente, se ha determinado la necesidad del desarrollo de un subprograma de calidad del aire en el entorno del Centro Ambiental El Borbollón, para ello se llevará a cabo el muestreo de emisiones gaseosas en los puntos de máxima concentración del biogás, tales como tubos de venteo de gases, para determinar mediante la utilización de modelo matemáticos de dispersión de contaminantes, los puntos impactados por la pluma de contaminación en áreas cercanas al sitio del emprendimiento.

Las muestras recolectadas serán analizadas para los constituyentes típicos del biogás (ver **Tabla 20**) tales como: Metano, Dióxido de Carbono, Nitrógeno, Sulfuro de Hidrógeno y trazas de compuestos orgánicos no metanogénicos, tales como: tricloroetileno, percloroetileno, diclorometano, tetracloroetano, Benceno, Tolueno, Xileno y Etilbenceno, etc. Para los procedimientos de muestreo y análisis del gas de relleno se utilizarán los procedimientos estandarizados por la EPA (Environmental Protection Agency – USA) (*TO-15: Determination of Volatile Organic Compounds (VOC's) in Air collected in specially – prepared canister and analyzed by Gas Chromatography/Mass Spectrophotometry (GC/MS)*).

En la **Tabla 22**, se presentan las Metodologías de Análisis de Emisiones Gaseosas desarrolladas por la EPA.

Tabla 22: Metodologías de Análisis de Emisiones Gaseosas (USEPA)

Métodos		Aplicabilidad
Tasa de velocidad de producción de gases en el relleno.	2E	Este método se aplica para medir la producción de gas en un relleno sanitario y es utilizado para calcular la producción de NMOC's de los rellenos.
Determinación de dióxido de carbono, metano, nitrógeno y oxígeno de fuentes estacionarias.	3C	Este método se aplica para analizar el dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄), Nitrógeno (N ₂), y Oxígeno (O ₂) en muestras de rellenos sanitarios.
Determinación de componentes orgánicos no-metanogénicos (NMOPC's) en gases del relleno	25C	Este método es aplicable para el muestreo y medición de componentes orgánicos no-metanogénicos como carbono, en gases de un relleno sanitario.

El monitoreo de los gases del relleno sanitario se llevará a cabo según lo establecido en el Decreto Reglamentario 2404/89 de la Ley N°5100 de la Provincia de Mendoza (Ley de adhesión a la Ley Nacional 20.284 de Preservación del Recurso del Aire). Los monitoreos a realizar tendrán una frecuencia semestral. Los muestreos incluirán determinaciones de las emisiones gaseosas del relleno sanitario, calidad del aire circundante, emisiones difusas en el ámbito del relleno y su comparación con los valores permitidos por la normativa aplicable. Se deberán monitorear los siguientes compuestos:

Tabla 23: Parámetros y Frecuencia de Monitoreo de Biogás

Parámetros	Frecuencia Recomendada de Monitoreo
Metano	Semestral
Dióxido de Carbono	Semestral
Monóxido de Carbono	Semestral
Monóxido de Nitrógeno	Semestral
Dióxido de Nitrógeno	Semestral
Óxido de Azufre	Semestral
Sulfuro de Hidrógeno	Semestral
Mercaptanos	Semestral
Compuestos orgánicos no metanogénicos (NMOC's), tales como tricloroetileno, Benceno, Tolueno, Xileno, Etilbenceno.	Anual
Cinética de emisiones	Anual

Luego de la determinación de las emisiones gaseosas en distintos puntos del relleno a establecerse oportunamente, teniendo en cuenta las condiciones climáticas, se llevará a cabo la corrida del modelo ISCST3 de la USEPA. Luego se ubicarán los puntos receptores, configurando una red mediante el trazado de una grilla en coordenadas polares con centro en el punto central del Centro Ambiental. Estos puntos receptores se determinarán a distancias de 175, 350 y 500 metros, respecto del origen de coordenadas.

Posteriormente, se considerarán períodos de tiempo a evaluar para cada contaminante, según lo establecido en los niveles guía de calidad del aire ambiental – Apartado IX – Parte B del Decreto Reglamentario N° 2625/99 de la Ley N°5917 de Residuos Peligrosos de la Provincia (Ley de adhesión a la Ley Nacional N° 24.051), comparando los valores de concentración de cada contaminante surgido del modelo, respecto de los establecidos por la legislación vigente.

Además de las emisiones, también resulta necesario monitorear los índices de explosividad en los diferentes sectores del Centro Ambiental, y conocer el caudal de generación del biogás, a los efectos de formar estadísticas concretas para su futuro aprovechamiento.

A continuación se agrega una ficha tipo de la realización de los monitoreos mencionados precedentemente, en la cual se indica: objetivo, riesgo y efectos relacionados, indicadores, equipo a utilizar, materiales y métodos, frecuencia y etapa de aplicación.

Tabla 24: Ficha N°1 Programa de Monitoreo: Biogás

FICHA N° 1		
Monitoreo de Aire	Biogás	
Objetivo(s)	<ul style="list-style-type: none"> Medición de emisiones provenientes del módulo de relleno sanitario, provocadas por la descomposición de residuos. Medición del porcentaje de explosividad, con el fin de localizar las áreas peligrosas y evitar cualquier contingencia por la acumulación de metano. 	
Riesgo y efecto relacionado	Presencia de microorganismos patógenos en el aire. Afectaciones a la salud de las personas.	
Indicadores	Composición del biogás (Tabla 161). Índice de Explosividad. Caudal.	
Equipo	Bulbo muestreador al vacío, barómetro, termómetro, explosímetro, medidor de caudal.	
Materiales y Métodos	<p>Se sugieren los materiales a utilizar y métodos para la realización de esta tarea, los cuales pueden ser reemplazados o complementados con metodologías que pudieran resultar más eficiente. Es decir la siguiente información se acompaña a modo de guía mínima:</p> <ul style="list-style-type: none"> Marcar los bulbos para la recolección de la muestra. Recolectar la muestra en los pozos seleccionados donde previamente se han adaptado un tapón hembra y una manguera para evitar la entrada de aire a la muestra. Medir la temperatura y presión barométrica. Para medir el índice de explosividad se procede de la siguiente manera: <ul style="list-style-type: none"> En pantalla aparece el “% LFL” y se entiende como límite inferior de flamabilidad. Calibrar a cero (Considerar que el valor del oxígeno va a depender de la altura que predomine en la ciudad de estudio). Purgar la sonda del equipo. Succionar la muestra en forma manual o automática. Registrar la lectura obtenida del porcentaje de explosividad y oxígeno. 	
Indicadores	Frecuencia	Duración
Composición Explosividad Caudal	Bimestral Bimestral Mensual	Durante las fases de operación, clausura y post-clausura del relleno sanitario.

Calidad del Aire

Con el objetivo de determinar la calidad del aire en las inmediaciones del relleno sanitario, se procederá a la medición de la calidad del aire en el entorno de éste. Los parámetros a ser monitoreados dentro de este Subprograma de Calidad del aire, serán los establecidos conforme los potenciales contaminantes encontrados en los gases del relleno. Estos se presentan en la **Tabla 25**, para el período de operación.

Tabla 25: Parámetros de Calidad del Aire a ser monitoreados

Parámetros	Frecuencia Recomendada de Monitoreo
Monóxido de Carbono	Anual
Material particulado en suspensión (PM-10), (PST) y Partículas viables biológicas (PVB)	Bimestral
Sulfuro de Hidrógeno	Anual
Mercaptanos	Anual
Compuestos orgánicos no-metanogénicos (NMOC's), tales como tricloroetileno, Benceno, Tolueno, Xileno y Etilbenceno.	Anual

Los monitoreos se desarrollarán de acuerdo a las condiciones atmosféricas durante el período de muestreo y a Modelos Matemáticos de Dispersión de Contaminantes utilizados por la USEPA, los que permitirán determinar el lugar de impacto de la pluma de contaminación de aire sobre la superficie, y la colocación en los sitios más desfavorables de los equipos de monitoreo de Calidad de Aire.

Se establecerán cuatro puntos de muestreo, los que se ubicarán de acuerdo a modelos matemáticos, tres en los lugares más probables de contaminación a nivel de piso, producido por una hipotética dispersión de contaminantes y el otro antes del paso del viento sobre la superficie del predio.

A continuación se agregan las fichas tipo para la realización de los monitoreos previstos, en las cuales se indica en cada caso: objetivo, riesgo y efectos relacionados, indicadores, equipo a utilizar, materiales y métodos, frecuencia y etapa de aplicación.

Partículas Aerotransportables

Las operaciones diarias de un relleno sanitario, provocan la generación de material particulado, debido por un lado a las tareas de movimiento de suelos y compactación en la cobertura diaria de los residuos, y por otra parte por la circulación permanente de los camiones recolectores. Por este motivo es fundamental la implementación de las acciones de mitigación previstas, y a su vez, el monitoreo permanente, a los fines de mantener o modificar las acciones de mitigación del impacto.

Tabla 26: Ficha N° 2 Programa de Monitoreo: Partículas Aerotransportables

FICHA N° 2		
Monitoreo de Aire	Partículas Aerotransportables (Partículas Suspensas Totales (PST) o polvos totales y partículas respirables)	
Objetivo(s)	Reconocimiento, evaluación y control de las partículas o polvos suspendidos totales en aire.	
Riesgo y efecto relacionado	Aumento de la fracción sólida en el aire. Afectaciones a la salud, la flora, fauna y los bienes.	
Indicadores	Partículas suspendidas totales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).	
Equipo	Filtros pesado a peso constante, muestreador de alto volumen, medidor de flujo, termómetro, barómetro, cronómetro, balanza Analítica, foliador.	
Materiales y Métodos	<p>Se sugieren los materiales a utilizar y métodos para la realización de esta tarea, los cuales pueden ser reemplazados o complementados con metodologías que pudieran resultar más eficiente. Es decir la siguiente información se acompaña a modo de guía mínima:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calibrar el muestreador y colocar el filtro de peso conocido. • Registrar la lectura del indicador de flujo, la presión barométrica y la temperatura ambiente. • Registrar la información que identifique el muestreador (número del filtro, sitio, fecha del muestreo, hora de inicio, hora de finalización, etc.). • Terminación del muestreo y condiciones ambientales. Colocar el dispositivo de control de tiempo para activar y detener el muestreador de modo que funcione el tiempo que sea necesario. • Transcurridas 24 horas detener el muestreador y quitar cuidadosamente el filtro. • Anotar en la hoja de registro del filtro todos los factores de interés como las condiciones meteorológicas, actividades de construcción, etc. • Pesar el filtro con la muestra. 	
Indicadores	Frecuencia	Duración
PST Partículas respirables	Bimestral Bimestral	Durante la construcción y la fase de operación del relleno sanitario

Parámetros Climatológicos

El comportamiento del clima es de fundamental importancia en la operación de un relleno sanitario, ya que las distintas variables meteorológicas, como precipitaciones, humedad ambiente, índice de evaporación, dirección y velocidad del viento, entre otras, provocarán cambios en el comportamiento de los distintos componentes del relleno, como puede ser una mayor producción de lixiviados (por precipitaciones o altos índices de humedad) o dispersión de contaminantes gaseosos (por la dirección e intensidad de los vientos), que resulta necesario prevenir.

Tabla 27: Ficha N° 3 Programa de Monitoreo: Parámetros climatológicos

FICHA N° 3		
Monitoreo de Aire	Parámetros climatológicos	
Objetivo(s)	Caracterizar la zona de relleno sanitario para disponer de información meteorológica básica.	
Riesgo y efecto relacionado	Producción de lixiviado. Dispersión de contaminantes gaseosos.	
Indicadores	Precipitación. Humedad Relativa Temperatura promedio, máxima y mínima Dirección y velocidad del viento Evaporación Presión barométrica	
Equipo	Pluviómetro, anemómetro, psicrómetro, termómetro, actinógrafo, evaporímetro, barómetro.	
Materiales y Métodos	<p>El seguimiento de las variables climatológicas en el área donde se ubica un relleno sanitario es muy importante, ya que los parámetros climatológicos como la precipitación, inciden notablemente en la operación de relleno y la producción de lixiviados. El operador del relleno sanitario debe recolectar en forma diaria los datos que permitan contar con registros actualizados para su correlación con las variables de operación del relleno.</p> <p>Para la consecución de los datos se puede solicitar el apoyo de la red meteorológica local, tomando los datos de las estaciones cercanas al proyecto, sin embargo para rellenos sanitarios donde se dispongan cantidades mayores a 500 toneladas diarias de residuos, se recomienda instalar equipos propios caso para el cual, en la operación, mantenimiento y calibración de los equipos, deberán acogerse las indicaciones y recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial.</p>	
Indicadores	Frecuencia	Duración
Parámetros climatológicos	Diaria	Durante la construcción y la fase de operación del relleno sanitario.

Partículas Viables Biológicas

Tabla 28: Ficha N° 4 Programa de Monitoreo : Partículas Viables Biológicas

FICHA N° 4		
Programa de Monitoreo	Partículas Viables Biológicas (PVB)	
Objetivo(s)	Evaluación de los microorganismos presentes en el aire, a partir del muestreo que simula la respiración humana y los separa en respirables y no respirables	
Riesgo y efecto relacionado	Presencia de microorganismos patógenos en el aire. Afectaciones a la salud de las personas	
Indicadores	Partículas Biológicas respirables (colonias/l) Presencia específica de microorganismos (colonias/l)	
Equipo	Cabezal Andersen, cajas Petri con medios de cultivos selectivos. Bomba de succión de 1/10 de HP.	
Materiales y Métodos	<p>Se sugieren los materiales a utilizar y métodos para la realización de esta tarea, los cuales pueden ser reemplazados o complementados con metodologías que pudieran resultar más eficiente. Es decir la siguiente información se acompaña a modo de guía mínima:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etiquetar las cajas Petri con medios de cultivos (determinación, sitio de muestreo, zona de muestreo, fecha y tiempo de muestreo). • Limpieza del cabezal con fenol al 5% o alcohol. • Colocar los medios de cultivo en el cabezal Andersen. • Ubicar el punto de muestreo y colocar el equipo a una altura de 1,50m, para posteriormente hacer accionar la bomba durante el tiempo de muestreo a flujo constante. • Retirar las cajas Petri e incubar para su lectura e identificación en laboratorio. 	
Indicadores	Frecuencia	Duración
PVB respirables	Bimestral	Durante la fase de operación del relleno sanitario.

Ruido

El ruido en este tipo de emprendimientos, está asociado con las tareas típicas del mismo: movimiento de suelos, operaciones con maquinaria pesada, circulación permanentes de camiones, reparación de maquinarias, funcionamiento de equipos en la Planta de Separación, tareas de compactación, enfardado, trituración, etc. Por esto, y a los efectos de proteger la salud auditiva del personal del emprendimiento y del entorno circundante, se deben realizar monitoreos permanentes de los niveles sonoros, a los efectos de no superar los límites establecidos, y en caso de que así sea, tomar las medidas correctivas que correspondan.

Tabla 29: Ficha N° 5 Programa de Monitoreo: Ruido

FICHA N° 5		
Monitoreo de Aire	Ruido	
Objetivo(s)	Medición de impulsos de presión para convertirlos en presión acústica en unidades de decibeles (dB)	
Riesgo y efecto relacionado	Generación de ruidos Afectaciones a la salud de las personas.	
Indicadores	Presión sonora (dB)	
Equipo	Decibelímetro Calibrador del sonómetro	
Materiales y Métodos	<p>Se sugieren los materiales a utilizar y métodos para la realización de esta tarea, los cuales pueden ser reemplazados o complementados con metodologías que pudieran resultar más eficiente. Es decir la siguiente información se acompaña a modo de guía mínima:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar la calibración del decibelímetro • Colocar el decibelímetro a un metro de altura del nivel del suelo, apuntando siempre al interior del área de estudio o equipo. • Mantener encendido el equipo y una vez que se va a determinar la siguiente lectura, se manipula la posición correspondiente, y automáticamente se recibe la señal de la intensidad de ruido más alta presente en este punto. • Es conveniente utilizar varias mediciones en un solo punto, además de verificar el manual del fabricante. 	
Indicadores	Frecuencia	Duración
Presión sonora	Mensual	Durante las fases de construcción y operación.

5.9.3.5 Monitoreo de Suelo

Para el componente suelo, se deberá monitorear: 1) Migración del biogás en suelo, 2) Estabilidad del relleno, y 3) Densidad de compactación y permeabilidad del material de cobertura.

A continuación se agregan las fichas tipo para la realización de los monitoreos previstos, en las cuales se indica en cada caso: objetivo, riesgo y efectos relacionados, indicadores, equipo a utilizar, materiales y métodos, frecuencia y etapa de aplicación.

Migración del Biogás en el Suelo

El movimiento del Biogás dentro del relleno es variable y depende de diversos factores como las características de los residuos dispuestos (índices de humedad), niveles de compactación, tipo de suelo de cobertura diaria, y también de las características específicas del suelo del sitio de emplazamiento, y además se debe tener en cuenta que las variables meteorológicas, pueden modificar este movimiento, por lo tanto resulta necesario el monitoreo de esta variable.

Tabla 30: Ficha N° 6 Programa de Monitoreo: Migración de Biogás en suelo

FICHA N° 6		
Monitoreo de Suelo	Migración del Biogás en el Suelo	
Objetivo(s)	Determinar la presencia de biogás en el suelo de las áreas aledañas al modulo de operación.	
Riesgo y efecto relacionado	Riesgo de incendio y explosivos. Daños a la vegetación.	
Indicadores	Composición del biogás en el suelo (CH ₄ , CO ₂ , CO, O, H ₂ S).	
Equipo	Bulbo muestreador de gases, bomba de succión.	
Materiales y Métodos	<p>Se sugieren los materiales a utilizar y métodos para la realización de esta tarea, los cuales pueden ser reemplazados o complementados con metodologías que pudieran resultar más eficiente. Es decir la siguiente información se acompaña a modo de guía mínima:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se deben construir pozos de monitoreo del biogás en el suelo en los alrededores del área de disposición de residuos. • Recolectar la muestra en los pozos seleccionados donde previamente se ha adaptado un tapón y una manguera para conectar la bomba de succión de la muestra. • Tomar la muestra y transportarla lo más rápido posible al laboratorio de análisis. 	
Indicadores	Frecuencia	Duración
Presencia del biogás en el suelo	Bimestral	Durante las fases de construcción, operación, clausura y post-clausura del relleno sanitario.

Estabilidad del Relleno

La descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos dispuestos provoca que en las distintas fases del relleno, se produzcan movimientos en la masa de los residuos que pueden provocar hundimientos y asentamientos en distintos sectores. Esta situación debe ser monitoreada en forma permanente para evitar riesgos de deslizamientos e inestabilidad de la masa de vertido.

Tabla 31: Ficha N° 7 Programa de Monitoreo: Estabilidad del relleno

FICHA N° 7		
Monitoreo de Suelos	Estabilidad del relleno	
Objetivo(s)	Determinar movimientos diferenciales o hundimientos de algunas áreas del relleno, que pueden poner en riesgo la obra o la integridad de las personas.	
Riesgo y efecto relacionado	Riesgo de deslizamientos Inestabilidad de la masa de vertido Asentamientos diferenciales y hundimientos	
Indicadores	Movimientos diferenciales y hundimientos Aumento de la presión interna de poros	
Equipo	Inclinómetros, piezómetros, equipo de topografía.	
Materiales y Métodos	<p>Se deben adelantar dos tipos de monitoreos para determinar la estabilidad: un monitoreo visual diario y un monitoreo semanal con base en instrumentación con equipos electrónicos (Inclinómetros y Piezómetros) en los puntos de control dentro del relleno sanitario.</p> <p>Se debe practicar un análisis de estabilidad con base en los perfiles, movimientos diferenciales y tiempos con que se están presentando, para determinar causas y tomar soluciones inmediatas. El análisis debe completarse con aerografías (para el caso de rellenos donde se dispongan más de 500 toneladas diarias) y chequeo con nivelación topográfica de los desplazamientos encontrados para lo cual se deben referenciar puntos de amarre o mojones en una malla topográfica.</p> <p>En caso de requerirse, se deberán tomar puntos adicionales de monitoreo y/o frecuencias más cortas, especialmente en áreas que presenten movimientos, con el fin de evaluarlos e implementar las medidas del caso.</p>	
Indicadores	Frecuencia	Duración
Visual Instrumental	Diaria Semanal	Durante las fases de construcción, operación, clausura y post-clausura del relleno sanitario.

Densidad de Compactación y Permeabilidad del Material de Cobertura

En la operación de todo relleno sanitario, resulta fundamental mantener la densidad de compactación proyectada, tanto para la masa de residuos como para el material de cobertura, a los efectos de optimizar la vida útil de las instalaciones, y por otra parte, dependerá de las características del material que se utilice para la cobertura el grado de infiltración de líquidos externos sobre la masa de los residuos dispuestos.

Tabla 32: Ficha N° 8 Programa de Monitoreo: Densidad de compactación y permeabilidad de materiales de cobertura

FICHA N° 8		
Monitoreo de Suelos	Densidad de compactación y Permeabilidad del Material de Cobertura	
Objetivo(s)	Determinar la tasa de infiltración del agua a través del material de cobertura instalado.	
Riesgo y efecto relacionado	Generación de lixiviados.	
Indicadores	Tasa de infiltración	
Equipo	Pala, recipiente para agua, regla.	
Materiales y Métodos	<p>Para la ejecución de estas pruebas se debe dividir la zona donde se instaló la cobertura en un sistema de cuadrículas con porciones de áreas iguales, en cada una de las franjas en las que se dividió la zona de estudio se procede a realizar los ensayos de acuerdo con el siguiente procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se excavan hoyos con dimensiones horizontales de 0,30x0,30x0,30 m (se deben efectuar varios hoyos con profundidades diferentes de 0,15, 0,30 y 0,45 m, para establecer un perfil vertical de permeabilidad. • Raspar cuidadosamente las paredes y el fondo del hoyo. • Retirar del hoyo todo el material suelto y cubrir el fondo del mismo con una capa de arena o grava fina de 5 cm de espesor. • Llenar los hoyos con agua, 24 horas antes del ensayo, manteniendo el nivel entre 10 y 15 cm por encima de la capa de grava. • Si el agua permanece en el hoyo después de 24 horas, se añade agua y se espera que la misma se infiltre, inmediatamente se vuelve a llenar con agua hasta lograr una lámina de agua de 15 cm por encima de la capa de grava; se cronometra el tiempo que tarda en bajar los primeros 2,5 cm. Cuando el tiempo para descender 1 cm es menor de tres (3) minutos se debe repetir el ensayo por cinco veces. 	
Indicadores	Frecuencia	Duración
Tasa de infiltración	Bimestral	Durante las fases de operación, clausura y post-clausura del relleno sanitario.

5.9.3.6 Monitoreo de Agua

Para el componente agua, se deberá monitorear: 1) Calidad del agua superficial, 2) Calidad del agua subterránea, 3) Composición y cantidad de lixiviados generados, y 4) Calidad de los efluentes de aguas residuales.

Calidad del Agua Superficial

En el límite noroeste del predio de implantación del proyecto se encuentra la traza del Canal Moyano, la cual recorre todo el límite del terreno. Este canal transporta los efluentes tratados de las piletas de tratamiento de efluentes cloacales de Campo Espejo, hacia la zona de ACRE (Área de Cultivos Restringidos), ubicada hacia el norte, y recibirá el excedente pluvial del Centro Ambiental. Este canal no se encuentra impermeabilizado.

Como el excedente pluvial del emprendimiento se volcará sobre el Canal Moyano, resulta necesario controlar la calidad físico-química del agua de vuelco. Si bien este canal transporta efluentes tratados, resulta necesario no superar los límites de base cero del canal, el cual es monitoreado en forma permanente por el Departamento General de Irrigación.

Dado que los objetivos de este programa son la protección de la salud pública y el ambiente, mediante la pronta detección de posibles descargas y/o derrames accidentales de líquido lixiviado en las aguas superficiales, se ha definido una Red de Estaciones de Monitoreo en el curso del Canal Moyano. Esta red está constituida por dos estaciones de monitoreo, una aguas arriba y otra aguas abajo del primer módulo, sobre el canal. Los planos correspondientes se pueden ver en **Anexo 1: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

Los parámetros a monitorear y frecuencia son los indicados en la **Tabla 33**.

Tabla 33: Parámetros y monitoreo de frecuencia de calidad del agua

Parámetros	Frecuencia Recomendada de Monitoreo
Conductividad específica	Semestral
Sólidos disueltos totales	Semestral
Sólidos sedimentables 10 min. Y 2 hs.	Semestral
pH	Semestral
Cloruros	Semestral
Sulfuros	Semestral
Turbidez	Semestral
Oxígeno disuelto	Semestral
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Semestral
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Semestral
Alcalinidad total (HCO ₃ ó CO ₃)	Semestral
Nitratos (NO ₃)	Semestral
Nitritos (NO ₂)	Semestral
Sulfatos (SO ₄)	Semestral
Nitrógeno total Kjeldhal	Semestral

Parámetros	Frecuencia Recomendada de Monitoreo
Nitrógeno Amoniacal	Semestral
Nitrógeno Orgánico	Semestral
Hierro Total	Anual
Cobre (Cu)	Anual
Cadmio (Cd)	Anual
Zinc (Zn)	Anual
Cromo Total	Anual
Manganeso (Mn)	Anual
Níquel (Ni)	Anual
Plomo (Pb)	Anual
Arsénico (As)	Anual
Mercurio (Hg)	Anual
Detergentes	Anual
Hidrocarburos Totales	Anual
Aceites y grasas	Anual
BTEX	Anual
Sustancias Fenólicas	Anual
HAP's	Anual
Plaguicidas Organoclorados	Anual
Plaguicidas Organofosforados	Anual

En la **Tabla 34** se plantea un esquema de monitoreo de aguas superficiales, a realizar durante la operación del módulo.

Tabla 34: Esquema sugerido de monitoreo de aguas superficiales

Período	Característica	Actividades de Monitoreo
Primeros 6 meses	Calidad del curso superficial	Control de calidad cada cuatro meses de los principales componentes característicos de la calidad, de modo tal de evaluar la calidad del recurso y sus fluctuaciones.
Ante Contingencias		Ante eventos de contingencias debido a derrames o vertidos no intencionales, que pudieran escurrir hacia cursos superficiales cercanos al CA, se prevé la realización de determinación de calidad dentro de las primeras 48 horas y se continuará con este esquema cada 15 días, hasta la verificación de las condiciones de afectación del sistema.
Normal	Calidad del curso superficial	Control de calidad según lo establecido en la Tabla 167

A continuación se agregan las fichas tipo para la realización de los monitoreos previstos, en las cuales se indica en cada caso: objetivo, riesgo y efectos relacionados, indicadores, equipo a utilizar, materiales y métodos, frecuencia y etapa de aplicación.

Tabla 35: Ficha N° 9 Programa de Monitoreo: Calidad fisicoquímica del aguas superficial

FICHA N° 9		
Monitoreo de Agua	Calidad Fisicoquímica del Agua Superficial	
Objetivo(s)	Determinar la calidad fisicoquímica de los cuerpos de agua superficial en el área de influencia indirecta del proyecto.	
Riesgo y efecto relacionado	Contaminación del agua superficial. Calidad fisicoquímica del agua.	
Indicadores	pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Metales Pesados, DQO, DBO, Materia Orgánica, Amoníaco, Nitritos, Nitratos y el resto de los parámetros indicados en la Tabla 167.	
Equipo	Medidor de caudal, recipiente para recolectar la muestra, nevera portátil para conservar la muestra en frío, pHímetro, conductímetro, termómetro, oxímetro.	
Materiales y Métodos	<p>Se sugieren los materiales a utilizar y métodos para la realización de esta tarea, los cuales pueden ser reemplazados o complementados con metodologías que pudieran resultar más eficiente. Es decir la siguiente información se acompaña a modo de guía mínima:</p> <p>En las estaciones de muestreo localizadas en las fuentes superficiales de agua, en el área de influencia del relleno se medirá el caudal, la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto y la conductividad. Estas mediciones se toman en forma instantánea cada 30 minutos. Se tomará una muestra de agua cada 30 minutos durante un lapso de tiempo de 8 horas.</p>	
Indicadores	Frecuencia	Duración
Calidad de agua	Semestral	Durante las fases de construcción, operación, clausura y post-clausura del relleno sanitario.

Tabla 36: Ficha N° 10 Programa de Monitoreo: Calidad biológica del agua superficial

FICHA N° 10		
Monitoreo de Agua	Calidad Biológica del Agua Superficial	
Objetivo(s)	Determinar la calidad biológica de los cuerpos de agua superficial en el área de influencia indirecta del proyecto.	
Riesgo y efecto relacionado	Contaminación del agua superficial. Calidad biológica del agua.	
Indicadores	Coliformes fecales, coliformes totales.	
Equipo	Red Surber, frasco para conservar macroinvertebrados, recipientes para tomar muestras de agua.	
Materiales y Métodos	<p>Se sugieren los materiales a utilizar y métodos para la realización de esta tarea, los cuales pueden ser reemplazados o complementados con metodologías que pudieran resultar más eficiente. Es decir la siguiente información se acompaña a modo de guía mínima:</p> <p>Se recolectan los macroinvertebrados mediante la red surber durante un lapso de tiempo determinado (cinco minutos) se depositan en los recipientes para transportarlos al laboratorio para su reconocimiento.</p> <p>En la recolección de la muestra para determinación de los coliformes totales y fecales deben observarse cuidados especiales para evitar la contaminación de la muestra.</p>	
Indicadores	Frecuencia	Duración
Calidad biológica del agua	Semestral	Durante las fases de construcción, operación, clausura y post-clausura del relleno sanitario.

Aguas Subterráneas

El monitoreo de aguas subterráneas tiene como objetivo detectar cambios en su calidad ocasionados por la contaminación por lixiviados o biogás producidos en el relleno sanitario.

La localización y número de pozos requeridos para monitorear el agua subterránea, depende de las condiciones geohidrológicas específicas del sitio. Una red de monitoreo de agua subterránea deberá contar de un número suficiente de pozos instalados en lugares apropiados y con la profundidad requerida, de tal forma que su instalación permita tomar muestras del agua subterránea para su posterior análisis y con ello determinar los lixiviados que han pasado debajo o a través de un área del sitio de disposición del relleno.

Acorde al funcionamiento geohidrológico de la zona en que asienta el proyecto para el Centro Ambiental El Borbollón, se determinó que la dirección del flujo de agua subterránea se presenta del suroeste al noreste. Tomando en consideración lo anterior y las especificaciones marcadas en la normatividad al respecto, se ha definido una Red de Monitoreo de Aguas Subterráneas, que asegurarán la detección de cambios que se puedan producir en las mismas y que pueden tener como origen posibles descargas y/o fugas de sustancias potencialmente contaminantes.

Esta red de monitoreo se diseñó, teniendo en cuenta las características de las aguas subterráneas, el tipo de acuífero, y las direcciones y sentido de escurrimiento de éstas. La red está compuesta por una serie de pozos de monitoreo (freático), situados cercanos a los límites del predio (dentro del área perimetral de amortiguación), aguas arriba y aguas abajo del primer módulo de disposición final. Los planos correspondientes, donde se indica la localización de los pozos de monitoreo se acompañan en **Anexo 1: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

Se definieron los parámetros a monitorear y la frecuencia de monitoreo teniendo en cuenta la calidad de los acuíferos, y los componentes que pueden estar presentes en los lixiviados.

Tabla 37: Parámetros de agua subterránea a monitorear

Parámetros	Frecuencia Recomendada de Monitoreo
Conductividad específica	Semestral
Color	Semestral
pH	Semestral
Cloruros	Semestral
Turbidez	Semestral
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Semestral
Nitrógeno total Kjeldhal	Semestral
Nitrógeno Amoniacal	Semestral
Sulfatos (SO ₄)	Semestral

Parámetros	Frecuencia Recomendada de Monitoreo
Alcalinidad total (HCO ₃ ó CO ₃)	Semestral
Dureza total (CaCO ₃)	Semestral
Calcio (Ca)	Semestral
Magnesio (Mg)	Semestral
Sodio (Na)	Semestral
Potasio (K)	Semestral
Fosfatos (PO ₃)	Anual
Hierro Total	Anual
Cobre (Cu)	Anual
Cromo Total	Anual
Manganeso (Mn)	Anual
Níquel (Ni)	Anual
Plomo (Pb)	Anual
Arsénico (As)	Anual
Mercurio (Hg)	Anual
Cianuro (CN)	Anual
BTEX	Anual
Sustancias Fenólicas	Anual
Hidrocarburos Totales	Anual
HAP's	Anual
Plaguicidas Organoclorados	Anual
Plaguicidas Organofosforados	Anual

Durante la construcción del primer módulo, así como durante los primeros meses de iniciadas las operaciones del Centro Ambiental, se desarrollará el esquema de monitoreo de aguas subterráneas, sugerido en la **Tabla 169**.

Tabla 38: Esquema de monitoreo de aguas subterráneas

Período	Característica	Actividades de Monitoreo
Primeros 6 meses	Calidad del acuífero	Control de calidad mensual de los principales componentes característicos de la calidad, de modo tal de evaluar la calidad del recurso y sus fluctuaciones.
6 a 12 meses	Calidad del acuífero	Control de calidad trimestral de los principales componentes característicos de la calidad del recurso y sus fluctuaciones.
Ante Contingencias		Ante eventos de contingencias debido a derrames o fugas, del sistema de impermeabilización de las celdas, se prevé la realización de determinaciones dentro de las primeras 48 horas y se continuará con este esquema cada 15 días, hasta la verificación de las condiciones de afectación del sistema.
Normal	Calidad del acuífero	Control de calidad según lo establecido en la Tabla 169

La información se registrará adecuadamente para facilitar las evaluaciones pertinentes, de modo tal de detectar en forma temprana cualquier cambio en la calidad del agua, originado en una eventual contaminación y/o por errores del

muestreo o análisis. Asimismo, se detectará cualquier cambio en la dirección o caudal del agua subterránea, requiriendo en ese caso el desarrollo de una evaluación hidrogeológica adicional.

Por otra parte, se prevé la realización de inspecciones a los pozos en forma mensual y el desarrollo de un mantenimiento preventivo de éstos.

Se recomienda que si durante un período mayor a 2 años algún parámetro incluido dentro del Programa de Monitoreo presentara valores inferiores a los límites de detección establecidos, se podría disminuir la frecuencia de toma de muestra para este parámetro específico.

A continuación se agregan las fichas tipo para la realización de los monitoreos previstos, en las cuales se indica en cada caso: objetivo, riesgo y efectos relacionados, indicadores, equipo a utilizar, materiales y métodos, frecuencia y etapa de aplicación.

Tabla 39: Ficha N° 11 Programa de Monitoreo: Calidad Físicoquímica del agua subterránea

FICHA N° 11	
Monitoreo de Agua	Calidad Físicoquímica del Agua Subterránea
Objetivo(s)	Determinar la calidad físicoquímica del agua subterránea en el área de influencia indirecta del proyecto.
Riesgo y efecto relacionado	Contaminación del agua subterránea. Calidad físicoquímica del agua subterránea.
Indicadores	pH, conductividad, oxígeno disuelto, metales pesados, DQO, DBO, Materia Orgánica, Amoníaco, Nitritos, Nitratos y el resto de los parámetros establecidos en la Tabla 159.
Equipo	Pozo de muestreo, bomba de succión, pHmetro, conductímetro, termómetro, oxímetro, recipientes para la toma de muestra, ect.
Materiales y Métodos	<p>Se sugieren los materiales a utilizar y métodos para la realización de esta tarea, los cuales pueden ser reemplazados o complementados con metodologías que pudieran resultar más eficiente. Es decir la siguiente información se acompaña a modo de guía mínima:</p> <p>En los pozos de muestreo adecuados para la toma de agua subterránea se succiona la muestra desechando la primera parte de ésta, se recolecta la muestra y se miden la temperatura, el pH, el Oxígeno disuelto y la conductividad, así como la profundidad a la cual se extraje la muestra. Se preserva la muestra de acuerdo con el tipo de parámetros a determinar y se traslada al laboratorio para su determinación.</p> <p>Previa la toma de muestras en los pozos, éstos se deben abatir, es decir se debe evacuar el agua acumulada en ellos, posteriormente se debe dar un tiempo de recuperación del nivel freático para proceder a la toma de la muestra a analizar (10 minutos aproximadamente).</p>

FICHA N° 11

Monitoreo de Agua	Calidad Fisicoquímica del Agua Subterránea	
	Las especificaciones técnicas para la construcción de los pozos de monitoreo para aguas subterráneas serán dadas por el Departamento General de Irrigación.	
Indicadores	Frecuencia	Duración
Calidad del agua subterránea	Semestral	Durante las fases de construcción, operación, clausura y post-clausura del relleno sanitario.

Lixiviados

El líquido lixiviado que se genera en los rellenos sanitarios, se define como una solución, resultado de la disolución y suspensión de algunos constituyentes de los residuos en el agua que los atraviesa. Los factores que afectan la calidad y cantidad de lixiviados, incluyen:

- Edad de los residuos.
- Tipo y composición química de los residuos.
- Humedad de los residuos.
- Régimen de clima y humedad (efectos estacionales).
- Compactación, procesamiento y otros aspectos de la operación del relleno.
- Temperatura y pH en el relleno.
- Presencia de grandes cantidades de lodos municipales, industriales o residuos industriales.
- Espesor de la capa de residuos.
- Permeabilidad, espesor, compactación y pendiente de la cubierta diaria y final.

Dado el riesgo que representa la migración de lixiviado en cualquier sitio de disposición final, por la potencial contaminación hacia los cuerpos de agua subterránea y superficial, es indispensable contar con un programa de monitoreo con la finalidad de prevenir estos eventos. Los componentes de los lixiviados y las concentraciones de los mismos encontrados en sitios de disposición final de residuos sólidos municipales se muestran en la **Tabla 40**.

Tabla 40: Ámbitos encontrados en lixiviados generados en sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos

Componente	Ámbito (mg/l o ppm)
Alcalinidad Total como CaCO ₃	4.000 – 25.540
Arsénico	0,04
Cadmio	0 – 0,025
Calcio	0 – 0,025
Cianuros	0
Cinc	25 – 30
Cloruros	1.325 – 8.870
Cobre	0 – 0,6
Conductancia Específica	7.400 – 32.000 en μ mhos/cm
Cromo Total	0 – 8,7
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	380 – 52.000
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	1.870 – 62.320
Dureza Total	1.800 – 11.000
Fluoruros	6 – 0,8
Fósforo Total	
Hierro Total	7 – 1.600
Magnesio	396 – 995
Manganeso	5 – 40
Mercurio	0,008
Nitratos	0
Nitritos	2 – 1,2
Nitrógeno Amoniacal	5 – 1.420
Nitrógeno Orgánico	46 – 1.889
Oxígeno Disuelto	0
Potencia de Hidrógeno (pH) (sin unidad)	6,3 – 7,9
Plomo	0 – 2,0
Potasio	365 – 1.270
Sólidos Totales	1.700 – 16.460
Sodio	490 – 4.920
Sulfatos	40 – 1.000
Fenol	18
Detergentes (SAAM)	7 – 233
Turbiedad	128 – 1.500 en UNT

Fuente: González Urdela J. Lorenzo – Monitoreo Ambiental en Rellenamientos Sanitarios – Primer Congreso Mundial de Ingeniería Sanitaria – Vol XXXVI, Enero – Marzo de 1982, pag. 40

Los monitoreos sobre los lixiviados extraídos servirán para evaluar la calidad del lixiviado producido en el relleno y su afectación potencial a las aguas subterráneas.

Para la determinación de la composición del lixiviado se tomarán muestras del material extraído, y en cuanto a su afectación a las aguas subterráneas, lo mismo se pondrá en evidencia en el monitoreo de los pozos para el control de las mismas.

A continuación se agregan las fichas tipo para la realización de los monitoreos previstos, en las cuales se indica en cada caso: objetivo, riesgo y efectos relacionados, indicadores, equipo a utilizar, materiales y métodos, frecuencia y etapa de aplicación.

Tabla 41: Ficha Nº 12 Programa de Monitoreo: Cantidad y composición del lixiviado

FICHA Nº 12		
Monitoreo de Agua	Cantidad y Composición del Lixiviado	
Objetivo(s)	Determinar la cantidad y composición del lixiviado generado por la descomposición de los residuos sólidos en un relleno sanitario.	
Riesgo y efecto relacionado	Contaminación del agua superficial y subterránea. Calidad fisicoquímica del agua superficial y subterránea.	
Indicadores	Producción de lixiviado. pH. Conductividad. Sólidos. Metales Pesados. DQO. DBO. Amoníaco. Nitritos. Nitratos. Caudal.	
Equipo	Canaleta de Aforo, pHmetro, Conductímetro, termómetro, oxímetro, recipientes para la toma de muestra, nevera portátil para conservar la muestra en frío.	
Materiales y Equipos	<p>S</p> <p>e sugieren los materiales a utilizar y métodos para la realización de esta tarea, los cuales pueden ser reemplazados o complementados con metodologías que pudieran resultar más eficiente. Es decir la siguiente información se acompaña a modo de guía mínima:</p> <p>Se debe instalar una canaleta de aforo la cual debe ser calibrada para la medición del caudal de lixiviado.</p> <p>En el sitio de aforo del lixiviado se toma la muestra.</p> <p>En la estación de muestreo se mide el caudal, la temperatura, el pH, y la conductividad. Estas mediciones se toman en forma instantánea cada 20 minutos.</p> <p>Se toma una muestra de agua cada 20 minutos, durante un lapso de tiempo de 8 horas.</p>	
Indicadores	Frecuencia	Duración
Caudal de Lixiviado	Diaria	Durante las fases de operación, clausura y post-clausura del relleno sanitario.
Composición del Lixiviado	Bimestral	

Aguas Residuales

Los líquidos cloacales generados en el sector de Edificios Complementarios, serán tratados en una Planta compacta para el tratamiento de efluentes cloacales, y el líquido resultante se utilizará para el riego de forestales, para lo cual deberá cumplir con los parámetros establecidos en la legislación vigente. En tanto los líquidos provenientes de la limpieza de la planta de separación, se almacenarán en una cisterna y luego serán transportados a la pileta de evaporación de líquidos lixiviados.

Tabla 42: Ficha N° 13 Programa de Monitoreo: Aguas residuales

FICHA N° 13		
Monitoreo de Agua	Aguas Residuales	
Objetivo(s)	Implementar un sistema de monitoreo y seguimiento que permita conocer el funcionamiento de cada uno de los sistemas de tratamiento con el fin de cumplir con las regulaciones ambientales existentes al respecto.	
Riesgo y efecto relacionado	Contaminación del agua superficial Calidad fisicoquímica del agua superficial Vertidos de agua residual.	
Indicadores	pH. Conductividad. Sólidos. DQO. DBO. Amoníaco. Nitritos. Nitratos. Caudal. Carga contaminante.	
Equipo	Cajas de aforo, pHmetro, conductímetro, oxímetro, recipientes para la toma de muestra, nevera portátil para conservar la muestra en frío.	
Materiales y Métodos	<p>Se sugieren los materiales a utilizar y métodos para la realización de esta tarea, los cuales pueden ser reemplazados o complementados con metodologías que pudieran resultar más eficiente. Es decir la siguiente información se acompaña a modo de guía mínima:</p> <p>Recolectar la muestra en las cajas de aforo de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, donde igualmente se mide el caudal, la temperatura, el pH y la conductividad del agua residual.</p> <p>La muestra se transporta al laboratorio preservada a 4°C.</p>	
Indicadores	Frecuencia	Duración
Calidad de las aguas residuales	Bimestral	Durante las fases de operación, clausura y post-clausura del relleno sanitario.

Costos tareas de Monitoreo

A continuación se agrega un cuadro de resumen de las tareas de monitoreo previstas, frecuencias de realización y costos anuales aproximados.

Tipo de Monitoreo	Frecuencia	Cantidad anual	Costo Unitario	Costo Total
Emisiones (Biogás)	Semestral y Anual	3	\$14.387,00	\$43.161,00
Calidad del Aire	Bimestral y Anual	3	\$6.752,86	\$47.270,00
Ruido	Mensual	12	\$3.028,75	\$36.345,00
Biogás en suelo	Mensual	12	3.354,00	40.248,00
Estabilidad del relleno	Mensual	12	\$4.186,33	\$47.586,00
Calidad del agua superficial	Semestral y Anual	3	\$15.170,00	\$45.510,00
Calidad del agua subterránea	Semestral y Anual	3	\$15.862,00	\$47.586,00
Composición de lixiviados	Bimestral	6	\$10.942,83	\$65.657,00
Aguas residuales	Bimestral	6	\$10.659,50	\$63.957,00
			Total Anual	\$439.970,00

Estos valores fueron incorporados al presupuesto del proyecto para la Etapa de Operación, dentro de la categoría “Costos Anuales Generales” – *Item 96: Monitoreos de Operación.*

5.9.4 Plan de Contingencias

El Plan de Contingencias tiene por objetivo prever una reacción oportuna y adecuada ante accidentes y situaciones de emergencia de forma tal de minimizar la extensión de los daños y pérdidas que se pudieran ocasionar, enfrentando y dando respuesta a los impactos ambientales.

A los efectos del desarrollo del Plan de Contingencias, resulta necesario realizar la identificación de los potenciales riesgos, para ello se definirán los siguientes conceptos:

Contingencia

Se entiende por contingencia, a toda situación anormal que puede provocar daños a las personas, las instalaciones y/o el medio ambiente. Las contingencias se clasifican como:

- **Operacionales:** Son las que se producen como consecuencia del accionar de las actividades diarias del Centro Ambiental y reconocen un origen

antrópico en tanto obedecen a falencias en conductas humanas o de construcciones y procesos tecnológicos y su nivel de influencia está determinado por la dimensión de los mismos. En la operación del CA se reconocerán como tales: incendio, rotura de celda, contaminación de cauces de agua, accidente vehicular dentro del predio, explosiones, ingreso de sustancias peligrosas, derrame de residuos, fuga de lixiviados, derrame de aceite y combustible, fuga de combustible.

- **No operacionales:** Son las que resultan de alteraciones en el entorno natural y que, por sus características intrínsecas y extrínsecas, alteran y modifican en forma abrupta las actividades diarias del Centro Ambiental. Se reconocerán como tales a los siguientes eventos: sismo o terremoto, viento zonda, aluvión, deslizamientos de suelos. El nivel de desastre está definido por el nivel de impacto e incidencia que estos fenómenos tienen sobre los hombres y sociedades.

Emergencia

Se trata de un evento que por el nivel y grado de importancia adquiere características inusuales e infrecuentes, requiere la intervención de personal directivo y operativo en rangos y magnitudes diferentes y la implementación de procedimientos específicos.

Incidente

Es un evento que por sus características, puede ser manejado y resuelto por personal del CA dentro del horario normal de trabajo. No se refiere a un problema serio.

5.9.4.1 Procedimientos Generales

Para cada incidente y/o emergencia resulta necesario:

- 1) Determinar el alcance del problema.
- 2) Ubicar y aislar el origen del problema.
- 3) Establecer el riesgo para la salud del personal.
- 4) Establecer el riesgo para la seguridad de las instalaciones.
- 5) Requerir la ayuda necesaria.
- 6) Mantener operando el Centro Ambiental, si ello resultara posible.
- 7) Informar a las autoridades que corresponda: Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales, Municipalidad de Las Heras, Bomberos, Policía, u otros.
- 8) Mantener un registro detallado del desarrollo del incidente y/o emergencia
- 9) Controlar que se ha alcanzado el estado normal de la operación, luego que el incidente y/o emergencia haya terminado.

Para aquellos hechos de magnitud se podrá requerir la instalación del Comité de Crisis, que pasaría a ser parte del Procedimiento de Emergencia.

5.9.4.2 Organización funcional de la respuesta a emergencias

La organización funcional para las emergencias que se detalla a continuación, corresponde a la estructura orgánica que se considera idónea para enfrentar la situación más crítica.

Para evitar o minimizar los efectos adversos que sobre la salud humana, bienes materiales o medio ambiente, pudieran producirse como consecuencia de una situación de emergencia, debe actuarse dando una inmediata respuesta, coordinada y eficiente. Para ello se deben encarar con la mayor prontitud posible, las medidas de control previstas, afectando personal y medios específicos para tal fin. En este sentido debe tenerse en claro que las acciones que se tomen en los primeros momentos de ocurrido el siniestro son críticas para el éxito de la respuesta.

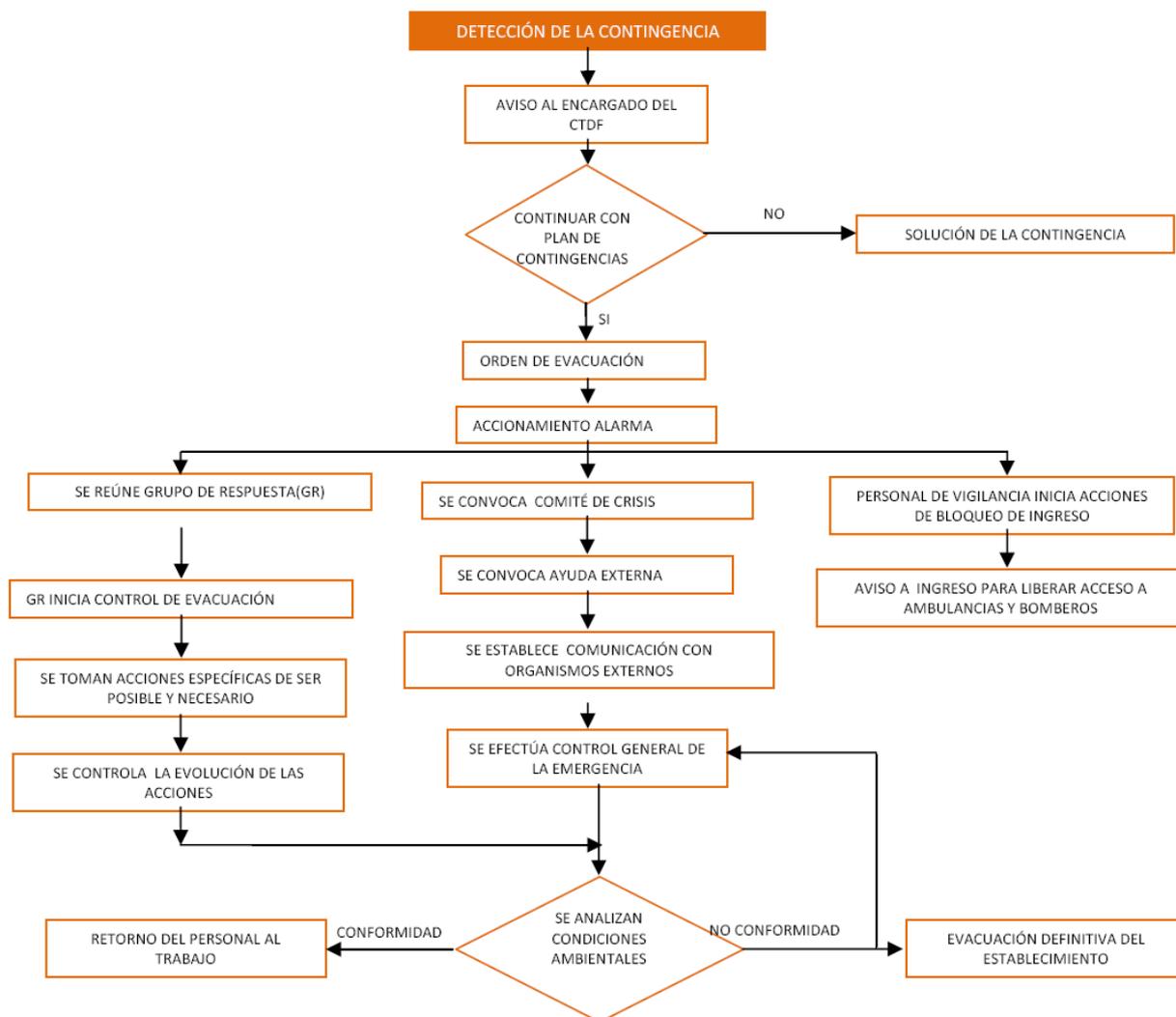


Figura 25: Organización funcional de la respuesta a emergencias

Grupo de Respuestas

La respuesta y el éxito de las acciones para el control de la emergencia así como las tareas de remediación de las zonas afectadas, requiere de la conformación de un Grupo de Respuestas (GR), con indicaciones precisas sobre sus funciones, las cuales derivan de la planificación previa de las acciones. Este grupo tendrá la responsabilidad directa de ejecutar las acciones para combatir la emergencia y tomar decisiones importantes, como la de evacuar las instalaciones.

Dependiendo de la magnitud del siniestro, el GR se conforma y actúa de acuerdo a las circunstancias, debiendo tener un Jefe y su suplente, ante una eventual ausencia. Los restantes integrantes del GR serán los brigadistas que se designen, los cuales tendrán roles determinados en lo referido a extinción de incendios, evacuación, y remediación de ambientes impactados por la contingencia. La cantidad de brigadistas que integrarán el GR, estará en función de la cantidad total

de trabajadores y su distribución en el predio, debiendo ser personas competentes y capacitadas para afrontar las emergencias.

Ante el sonido de la alarma, el GR se autoconvocará en la oficina del responsable del Centro Ambiental, a efectos de iniciar las acciones de mitigación de la contingencia.

Comité de Crisis

El objetivo de la conformación del Comité de Crisis, es la de contar con un grupo en el cual se tomen las decisiones más importantes en casos de emergencia, sobre todo en aquellas de gran magnitud. Algunas de estas decisiones pueden ser:

- Conducir las acciones a tomar durante las emergencias.
- Decidir sobre la convocatoria a medios de ayuda externos.
- Mantener las comunicaciones con los organismos institucionales con injerencia en el tema.
- Decidir la evacuación definitiva de todo el personal.
- Manejar las comunicaciones con la prensa.
- Llevar un control permanente sobre la evolución de la emergencia y las medidas de mitigación adoptadas.
- Asegurar el mantenimiento de la operatividad permanente del *Plan de Contingencias*, ordenando la realización de las capacidades y los simulacros pertinentes.

El Comité estará conformado por el máximo responsable del Centro Ambiental que será el Líder del Comité. También deberán formar parte de este Comité miembros de la Autoridad de Aplicación oportunamente designados. Se deberá sumar un representante de Defensa Civil de la Provincia, y el Responsable de Higiene y Seguridad.

La máxima autoridad del Comité de Crisis deberá ser informada inmediatamente de sucedido el hecho, por el encargado del sector donde se haya producido la contingencia, a los efectos que éste decida sobre la convocatoria del resto de los integrantes del Comité.

5.9.4.3 Análisis de Riesgos

A los efectos de establecer las acciones a llevar a cabo ante cada contingencia específica, se deben evaluar los riesgos asociados al tipo de actividades a desarrollarse en el Centro Ambiental.

Para esto se siguió el siguiente procedimiento:

- Identificación de factores de riesgo, tanto los relacionados con las actividades propias del Centro Ambiental (operacionales), como los producidos por eventos de carácter natural (no operacionales)

- Determinación de una escala para la evaluación, según criterios de ocurrencia y tipo de daño potencial.
- Confección de una matriz de riesgo, ponderando los distintos factores de riesgo identificados.
- Determinación de las contingencias posibles de generar estos riesgos.
- Propuestas de actuación para las contingencias que surjan.

En la **Tabla 43** se enumeran los distintos riesgos identificados y su posible localización.

Tabla 43: Identificación de factores de riesgo y su localización

Riesgo		Localización
Operacionales		
1	Incendio	En cualquier sector del Centro Ambiental.
2	Contaminación de aguas subterráneas	En el sector de Módulo de Relleno Sanitario
3	Contaminación de cauces	En el sector de Módulo de Relleno Sanitario
4	Derrame de residuos	En cualquier sector del Centro Ambiental
5	Accidente vehicular	En cualquiera de las vías de circulación interna.
6	Explosiones	En cualquier sector del Centro Ambiental
7	Ingreso clandestino de residuos peligrosos	En zona de Control de Ingreso o en el frente de trabajo del Relleno Sanitario
8	Derrames de aceites y/o combustibles	En el sectores de almacenamiento de combustibles y en sectores de mantenimiento y lavado de equipos.
9	Fuga de combustibles	En el sector de almacenamiento de combustible.
10	Interrupción de las actividades del personal	En todos los sectores del Centro Ambiental
11	Accidentes de trabajo	En cualquier sector del Centro Ambiental
12	Falla de maquinarias	En Planta de Separación o en módulo de Relleno Sanitario
Naturales		
13	Sismo/Terremoto	En todos los sectores del Centro Ambiental
14	Viento Zonda	En todos los sectores del Centro Ambiental
15	Aluvión y deslizamiento de suelos	En todos los sectores del Centro Ambiental

Para la evaluación de los riesgos, se tuvo en cuenta la metodología propuesta por el Banco Interamericano de Desarrollo en el documento “Marco Ambiental y Social – Programa de Gestión Integral de RSU – Préstamo BID 3249”, donde se plantea la utilización de una matriz para la evaluación de riesgos, que tiene en cuenta criterios de ocurrencia y de daño potencial.

Según la ocurrencia los riesgos se clasificarán en: 1) improbable, 2) remoto, 3) ocasional y 4) muy probable. Y según el potencial daño a infligir en: 1) insignificante, 2) dañino, 3) crítico y 4) catastrófico.

En función de estos criterios, se establece para la ponderación de los riesgos, una escala de siete valores: 1) Trivial, 2) Tolerable, 3) Moderado, 4) Apreciable, 5) Importante, 6) Intolerable y 7) Riesgo extremo.

Tabla 44: Modelo de Matriz de evaluación de riesgos

RIESGO	Improbable	Remoto	Ocasional	Muy Probable
Insignificante	Trivial	Tolerable	Moderado	Apreciable
Dañino	Tolerable	Moderado	Apreciable	Importante
Critico	Moderado	Apreciable	Importante	Intolerable
Catastrófico	Apreciable	Importante	Intolerable	Riesgo Extremo

A continuación se agrega la matriz con la evaluación de los riesgos identificados, los cuales se colocan en la misma, identificados por los números asignados en la **Tabla 43**, sin que estos números signifiquen jerarquía:

Tabla 45: Matriz de Evaluación de Riesgos Centro Ambiental El Borbollón

RIESGO	Improbable	Remoto	Ocasional	Muy Probable
Insignificante		5	4	
Dañino		7 – 9	8	11
Critico	2-3	1 – 6	10	
Catastrófico	2 – 3 – 12			

De esta evaluación surge la ponderación de los riesgos evaluados, que se pueden observar en la **Tabla 46**:

Tabla 46: Resumen ponderación de riesgos Centro Ambiental El Borbollón

Riesgo	Ponderación
Operacionales	
1 Incendio	Apreciable
2 Contaminación de aguas subterráneas	Apreciable
3 Contaminación de cauces	Apreciable
4 Derrame de residuos	Moderado
5 Accidente vehicular	Moderado
6 Explosiones	Apreciable
7 Ingreso clandestino de residuos peligrosos	Moderado
8 Derrames de aceites y/o combustibles	Apreciable
9 Fuga de combustibles	Apreciable
Naturales	
10 Sismo/Terremoto	Importante
11 Viento Zonda	Importante
12 Aluvión	Apreciable

Del análisis realizado se puede establecer que dentro de los riesgos capaces de producir mayores daños, se encuentran los relacionados con fenómenos naturales como sismo, viento zonda y aluviones; y dentro de las situaciones relacionadas con

la operación del Centro Ambiental se destacan: *incendio, contaminación de aguas subterráneas, contaminación de cauces, explosiones, y derrame de aceites y combustibles.*

En virtud de esto, se han desarrollado acciones para cada uno de los eventos contingentes relacionados con los riesgos identificados.

Plan de acción ante incendios o explosiones (Riesgo 1 y Riesgo 6)

La persona que detecte un incendio o presencia una explosión, sea de la magnitud que sea, o en cualquier ubicación deberá informar por el medio más rápido posible (a viva voz, radio, teléfono, etc.) a su Superior. Este se pondrá en contacto con el Jefe del GR con el cual evaluará la magnitud del siniestro.

Se convocará al lugar a los integrantes de la correspondiente Brigada de Incendios, activándose el *Plan de Contingencias*. Inmediatamente se actuará de acuerdo al siguiente procedimiento específico:

- Se suspenderán todos los trabajos en el área.
- Se aislará la zona afectada.
- Se cortará el suministro de combustible y energía eléctrica.
- Se delimitará con cintas o algún otro medio la zona afectada.
- Se evacuarán todas las personas y vehículos que se encuentren en la zona del siniestro.
- Se iniciarán las acciones para combatir el incendio, atacando el mismo con extintores existentes en la zona. En el caso de incendio de residuos sólidos urbanos en el vaso de vertido, el Maquinista actuante procederá a tapar los residuos con tierra extraída del acopio ubicado en la zona de descarga, para evitar que el oxígeno penetre y permita la combustión.
- Si se evaluara que está ante una Emergencia de importancia, el integrante del Grupo de Respuesta a cargo de la operación hará sonar la alarma para evacuación con un tono continuo y se informará al Líder del Comité, el cual se constituirá en el sitio a efectos de comandar las acciones.
- En caso de explosión se iniciará una campaña de monitoreos de biogás intensa, destinada a detectar el origen de la fuga de gas, no abandonándose hasta encontrar la fuga y realizar su mitigación definitiva.

Plan de acción ante rotura de celda (Riesgo 2)

Quien detecte u observe la rotura de alguna celda, deberá inmediatamente dar aviso a su Superior, quien procederá a contactarse con el Jefe del GR. Se efectuará una evaluación de la magnitud de la avería, procediéndose en consecuencia.

En caso de que la rotura fuera de menor magnitud, se iniciarán las acciones de reparación correspondientes, sin suspender el ingreso de residuos a la celda. En

todo caso se señalará la zona de los trabajos de reparación, prohibiéndose la circulación de personas o vehículos.

Si la rotura fuese de magnitud, con riesgo de vertido de lixiviados o residuos, se detendrá la operación en la misma y se desarrollarán las siguientes acciones.

- Se convocarán en forma urgente, a máquinas y equipos para proceder a su reparación.
- Se suspenderán todos los vertidos y tareas de cobertura en la celda.
- Se demarcará el área afectada en la cual se vayan a realizar los trabajos, impidiéndose el ingreso de cualquier persona no vinculada directamente con la emergencia.
- Se dispondrá de un sitio del predio para disponer transitoriamente los residuos que debían ingresar a la celda hasta que esta sea reparada.
- En caso de contaminación de suelo por vertido directo de lixiviados, se excavará el sector afectado hasta llegar a suelo limpio y esta tierra será almacenada en un sector específico para su disposición en el relleno.
- Se monitoreará el área ante la posibilidad de salida de biogás aleatoriamente por lugares no previstos.
- Se alertará a la Brigada de Incendios para su actuación en caso de ser necesaria su intervención.

Luego de realizadas las tareas de reparación de la celda, se realizarán monitoreos de aguas subterráneas a los efectos de determinar una posible afectación del recurso.

Plan de acción ante contaminación de cauces (Riesgo 3)

Detectado por el Plan de Monitoreo o visualmente, la contaminación de un cauce de agua (en este caso el Canal Moyano), se procederá de inmediato de la siguiente manera:

- Se convocará al Comité de Crisis para analizar las acciones a seguir.
- Se comunicará la novedad al Departamento General de Irrigación.
- Se convocará a expertos para dilucidar el origen del problema, su magnitud y las posibles vías de solución.
- Se evaluará la necesidad de disponer transitoriamente los residuos en otro lugar del predio, según la magnitud de la contaminación.

Mitigado el episodio, se implementará un Plan de Monitoreo específico para el seguimiento de la operación de la celda.

Plan de acción ante derrame de residuos (Riesgo 4)

Esta situación se considerará emergencia medioambiental en el caso de que el volumen derramado sea significativo. Los principales impactos que se pueden

asociar son: perturbación en la circulación de vehículos, contaminación de suelos, contaminación del paisaje y posible foco de voladuras.

Ante cualquier derrame proveniente de un camión recolector, en cualquier sitio del Centro Ambiental, se procederá a su rápida recogida con palas a camión, y se dispondrá su traslado y disposición en la zona de descarga de la celda de operación.

Plan de acción ante accidente vehicular dentro del predio (Riesgo 5)

Se consideran aquí aquellos accidentes, que puedan derivar en una situación de emergencia tal como la interrupción en la operación del Centro Ambiental, accidentes con consecuencias en el bloqueo de vías de circulación, incendio del/los vehículos siniestrados o accidentes con heridos o muertos. En tal caso se procederá de la siguiente manera:

- El Comité de Crisis evaluará las acciones a seguir, las cuales podrían implicar: convocatoria a Bomberos o Servicios de Emergencias Médicas, convocatoria a grúas para retirar el/los vehículos siniestrados, llamar a la policía, etc.
- La Brigada de Incendio deberá autoconvocarse a efectos de su participación en caso de resultar necesaria.
- Se dispondrán las medidas necesarias para asegurar la continuidad en la operación del Centro Ambiental.
- Verificar si hay presencia de fuego y/o derrame de combustible, si es así hay que proceder a detener el vehículo y desconectar la batería, utilizando de inmediato el extintor que posea el vehículo u otro que se tenga a mano.
- Se verificará si hay personas conscientes y en caso de no tener lesiones se procederá a sacarlas del vehículo siniestrado y alejarse.
- En caso de que se encuentren personas inconscientes, el personal capacitado que se encuentre en el terreno, deberá auxiliar a los accidentados hasta que llegue el personal de los Servicios de Emergencias Médicas. Además, se deberán verificar los signos vitales, si hay lesiones, y de lo contrario tratar de sacar a la persona del vehículo con el mínimo movimiento. Se deberá esperar el arribo de los Servicios Médicos para su traslado.
- En caso de producirse el vuelco del vehículo, no debe moverse de la posición original a las víctimas. Si es posible, es conveniente examinarlas tomando el pulso en el cuello o en la muñeca, observando su respiración. Deben visualizarse heridas, fracturas o hemorragias, atendiéndolas con seguridad hasta que llegue la ayuda especializada. Si el accidentado tiene una lesión en la columna, no debe moverse por ningún motivo, hasta que no llegue el auxilio.
- Si la víctima está dentro del vehículo, podrá rescatarse desmontando el asiento o el parabrisas delantero o trasero.

- En caso de producirse una muerte debido al vuelco de un vehículo, el cuerpo deberá quedar en el lugar del hecho.

Plan de acción ante ingreso clandestino de residuos peligrosos (Riesgo 7)

La persona que detecte la presencia de alguna sustancia sospechosa en algunas de las áreas del Centro Ambiental, deberá informar por el medio más rápido (a viva voz, radio, teléfono, etc.) a su Superior. Este se pondrá en contacto con el Jefe del GR con el cual evaluará las características de las sustancias halladas, para proceder en consecuencia. En caso de resultar una sustancia que por su peligrosidad (toxicidad, explosividad, radioactividad, etc.), pudiese resultar peligrosa para las personas o las instalaciones, se procederá de la siguiente manera:

- El Jefe del GR suspenderá los trabajos, ordenará la evacuación del personal haciendo sonar la alarma, activando de este modo el *Plan de Contingencias*.
- El Comité de Crisis convocará a Defensa Civil de la Provincia, a efectos de manipular y disponer mediante expertos en la materia, la sustancia peligrosa detectada.
- Una vez retirada la sustancia en cuestión del lugar se podrá ordenar el reintegro del personal y la continuidad de la actividad normal.

Estos sucesos quedarán debidamente registrados y se realizará una investigación, a los efectos de determinar el posible origen del material peligroso e implementar las acciones que correspondan al caso.

Plan de acción ante derrames de aceites y/o combustibles (Riesgo 8)

Estas situaciones se considerarán emergencias, únicamente en los casos en que los vertidos producidos sean singulares, bien por el volumen de aceite o gasoil derramado o por el lugar donde se produjo. En caso de considerarse emergencia, las medidas a tomar son las siguientes:

- El personal que localice el derrame avisará a su Superior, el cual a su vez informará al Jefe del GR, quien determinará las acciones a seguir.
- Se debe tener en cuenta que si el derrame está próximo a una canalización se cubrirá con tierra para su absorción, y si este llegara a tierra desnuda se excavará la zona afectada, hasta llegar al suelo contaminado para removerlo.
- La tierra contaminada se deberá depositar en el sector para almacenamiento de residuos peligrosos, en tambores preparados a tal efecto. Luego este material deberá ser gestionado de acuerdo a lo establecido en la legislación vigente.

Plan de acción ante fuga de combustibles (Riesgo 9)

La fuga de combustible del depósito, por rotura y/o rebalse se considerará en todos los casos emergencia ambiental.

- Se convocará el Comité de Crisis, a los efectos de determinar las acciones a seguir.
- Se dará aviso a los Bomberos, en caso de que el derrame supere los límites del predio.
- Si fuese posible se extraerá el combustible que pudiese quedar en el tanque.
- Una vez retirado el combustible restante, se excavará la zona afectada y el material extraído será tratado como residuos peligroso y entregado a un gestor autorizado, según lo establecido en la legislación vigente.
- Se realizará la reparación del tanque.
- Se repondrá el terreno con tierra limpia.

Plan de acción ante Sismo o Terremoto (Riesgo 10)

El impacto de un sismo de gran intensidad se puede aminorar, si se toman las precauciones adecuadas y si se capacita a todo el personal para enfrentar esta situación, realizando los correspondientes simulacros. En tal sentido las acciones o medidas a tomar en caso de este evento serán las siguientes:

Durante el movimiento telúrico

- Mantener la calma, controlando posibles casos de pánico.
- Desalojar al personal de los lugares donde haya peligro de caída de cables o de objetos.
- En el resto de los lugares instruir al personal para que adopte medidas de autoprotección.
- Si es posible se cortará el agua, se apagarán sistemas eléctricos, motores de equipos, etc.
- No tratar de salvar objetos arriesgando la vida.
- Si el movimiento sísmico es demasiado fuerte, y los trabajadores no pueden mantenerse en pie, se deberá solicitar que se sienten en el suelo, y esperar a que termine el temblor para incorporarse.

Después del movimiento telúrico

- Permanecer en alerta, ya que se debe recordar que después de un sismo, seguirá temblando o habrá nuevas réplicas.
- Verificar que el personal se encuentre en su totalidad y en buen estado, ayudando a aquellos que lo necesiten.
- Prestar atención de primeros auxilios a personal que resulte accidentado y convocar, de ser posible, a los Servicios de Emergencias Médicas.
- Tener extremo cuidado con cables eléctricos, que por efecto del movimiento hayan caído desde torres de alta tensión, los objetos que se encuentren en contacto con ellos, u otros que puedan provocar un posible puente eléctrico y/o exista un contacto directo del personal con dichos cables, debiéndose alejar a los trabajadores hacia lugares seguros.

Plan de acción ante Viento Zonda (Riesgo 11)

En caso de producirse una condición de viento intenso que ponga en riesgo a las personas o las instalaciones del Centro Ambiental, se actuará de la siguiente manera:

- Los trabajadores deberán dejar de realizar cualquier actividad en donde se encuentren, en especial aquellas con trabajos a la intemperie.
- El personal será resguardado en un lugar seguro, como el SUM.
- No se permitirá que nadie abandone el sitio hasta que haya finalizado el fenómeno climático.
- Si se estuviesen produciendo destrozos, el Jefe del GR se pondrá en contacto con el Líder del Comité a efectos de analizar las acciones a seguir.

Plan de acción ante Aluviones y deslizamientos de suelo (Riesgo 12)

Ante la eventualidad de grandes lluvias en el sitio o en la región, que impliquen aluviones o deslizamientos de suelo, se actuará del siguiente modo:

- Ante la posibilidad de grandes lluvias con alerta meteorológico, se mantendrá contacto con el Departamento General de Irrigación a efectos de constatar la posibilidad de aluviones en la zona.
- Habiendo posibilidad de aluviones y/o deslizamientos de suelos se detendrán los trabajos, concentrando al personal en el SUM.
- Se mantendrá permanentemente al tanto de la evolución de la situación al Líder del Comité, a efectos de la pronta convocatoria del mismo en caso de resultar necesario.
- Se mantendrá contacto con los contratistas de máquinas viales, para su convocatoria en caso de resultar necesario.

5.5.7 Programa de Seguridad e Higiene

Este programa está dirigido a la implementación preventiva y cumplimiento de las normas vigentes en materia de protección del personal.

Durante la fase constructiva del proyecto, se dará aplicación plena el Decreto N° 911/95, reglamentario de la Ley N° 19.587 (y esta misma), con incumbencia exclusiva de las actividades de la industria y la construcción.

La normativa del Decreto es suficientemente detallada y clara en cuanto a las normas de aplicación para la operación de maquinaria móvil, traslado de personal, manejo de equipos especiales (soldadura, equipos de aire comprimido, herramientas potenciadas de mano, etc.), exposición a condiciones climáticas, indumentaria y equipo de seguridad, normas para trabajos con interferencia vial, y en general toda actividad y/o circunstancias factibles de ocurrir en el transcurso de operaciones de movimientos de suelo, construcción, montaje, etc.

Durante la fase operativa, es pertinente la vigencia del Decreto N° 351, reglamentario de la misma ley 19.587, que establece las condiciones técnicas necesarias para la preservación de la Higiene y Seguridad Laboral en los ámbitos de trabajo.

Entre las obligaciones del empleador, se dispone la conformación de un Servicio de Higiene y Seguridad, a cargo de personal universitario habilitado para tal fin, inscripto en el Registro Profesional correspondiente. Es obligación de este personal, la confección de un Legajo Técnico, el diseño de planes de monitoreo ambiental y selección de equipo de seguridad, etc. Asimismo, se dispondrá la conformación de un Servicio de Medicina Laboral, a cargo de profesional médico especializado en Medicina Laboral, igualmente inscripto en Registro Profesional especializado, para la atención de todos los aspectos relacionados con el mantenimiento de los Legajos Médicos de todo el personal, determinación de exámenes médicos de admisión y periódicos, mantenimiento de Estadísticas de Salud Laboral y en general todo otro requerimiento definido por la legislación mencionada.

5.9.5 Programa de Capacitación

El Programa de Capacitación a implementar en el Centro Ambiental, se basa en los siguientes criterios:

- Disponer del personal adecuado en cada puesto de trabajo, con el fin de realizar los servicios de la mejor forma posible.
- Satisfacer las necesidades de formación detectadas, para conseguir el máximo nivel de adecuación de los recursos a las funciones encomendadas en todo momento, a pesar de que cambien algunas circunstancias ya sean operativas o de contexto de la actividad.
- Incentivar la motivación laboral, a través de la participación en procesos de formación, lo que supone considerar la actualización de conocimientos como criterio básico de satisfacción en el trabajo.
- Desarrollar las habilidades de técnicos y mandos intermedios a través de procesos de formación que posibiliten el progreso personal y la adecuación a nuevas situaciones de satisfacción en el trabajo.
- Crear en los empleados una necesidad de formación conducente a conseguir metas de mejora continua.

Con el objetivo de fomentar la participación del trabajador en el servicio, se deberá utilizar una amplia variedad de métodos de probada eficacia, incluyendo cursos sobre la introducción de nuevas tecnologías o equipos, constitución de grupos de

trabajo que analicen y debatan información sobre innovaciones que se hayan producido en el servicio, etc.

En una primera etapa, se detectarán las necesidades de formación del personal. Esto se logrará a través de entrevistas, encuestas, reuniones, evaluaciones participativas de riesgos, análisis de situaciones accidentológicas, demandas de la fuerza laboral, demandas de los mandos, historia del personal, pruebas psicotécnicas.

Para la planificación de la formación, se tendrán en cuenta las responsabilidades por niveles, definidas para cada puesto de trabajo, priorizando aquellos aspectos identificados durante la fase de detección de necesidades de formación.

Una vez decididas las necesidades de formación, el responsable de la misma, analizará los atributos característicos del grupo seleccionado para el programa de formación, atendiendo especialmente a las capacidades de aprendizaje, las actitudes y conductas, el tamaño del grupo y su formación previa. Una vez determinadas estas circunstancias, se seleccionará el formato adecuado para el programa de formación (charlas, demostraciones, videos, folletos, seminarios, etc.).

La formación impartida será evaluada mediante un proceso continuo de comprobación, para determinar si se han conseguido los fines y objetivos planteados, y si se ha producido una mejora de las conductas, actitudes y rendimiento del trabajador.

En caso necesario, se analizarán las causas que pudieran haber incidido en reducir los logros del proceso de formación y se definirán las medidas correctoras a aplicar. En esta etapa, el papel de la autoevaluación desarrollada por el trabajador, es fundamental para la identificación adecuada de las medidas a adoptar, si fueran necesarias. Este proceso constituye la raíz lógica del proceso de mejora continua en la prestación del servicio al que está destinado el proyecto.

5.9.6 Plan de Forestación

El Plan de Forestación del Centro Ambiental, forma parte de las obras comprendidas en el proyecto ejecutivo de las instalaciones diseñadas para la gestión integral de los RSU de la zona metropolitana de la Provincia de Mendoza.

Este Plan tiene como función colaborar en la mitigación y amortiguación de los efectos que las acciones a desarrollar en el sitio de implantación, puedan provocar sobre el entorno inmediato.

5.9.6.1 Objetivos

El objetivo fundamental en este tipo de proyectos donde se realiza la manipulación de residuos y movimientos de suelo diarios, es mitigar los impactos que dichas tareas pudieran provocar en el entorno.

La forestación a diseñar en sitio deber permitir:

- Amortiguar ruidos y olores.
- Retener material particulado.
- Retener material liviano de voladuras.
- Generar una barrera cortavientos.
- Aislar visuales.
- Generar una masa verde, que compense la vegetación removida para la construcción del proyecto.
- Aportar sectores de sombra en los sitios de mayor circulación y trabajo.
- Recuperar sitios de disposición de residuos (Módulos del relleno sanitario)

5.9.6.2 Tipo de formaciones vegetales

En función de los objetivos planteados y las distintas tareas que se realizarán en el emprendimiento, se diseñaron distintos tipos de formaciones vegetales:

- Pantalla forestal perimetral.
- Barrera forestal alrededor de la Planta de Separación.
- Barrera forestal alrededor del sitio para compostaje.
- Cobertura vegetal de los módulos terminados.
- Forestación y parquización del sector de Edificios Complementarios.

Pantalla Forestal perimetral

La barrera viva perimetral, debe cumplir la función de mitigación del material particulado y ruido, mitigación de olores y control de visuales. Por este motivo debe cumplir los siguientes requisitos:

- Se debe diseñar la pantalla con preponderancia de forestales de hoja perenne, para asegurar que se cumpla la función durante todo el año.
- Las especies elegidas deben tener un follaje denso y abundante para cumplir correctamente con la función de retención de partículas.
- Los árboles seleccionados deberán tener una copa amplia, lo que permitirá la suspensión y sedimentación de las partículas en el interior de la copa.
- Es importante contar con ejemplares de ramificaciones bajas, que permitirán garantizar una mayor intercepción de las voladuras de material liviano. En caso contrario se deberá agregar un tercer estrato de menor magnitud (estrato arbustivo).
- La barrera deberá contar por lo menos con dos sustratos, uno externo con árboles de gran porte y de follaje perenne; y otro estrato interno, con forestales de talla media, que podrán alternar hoja caduca o perenne y con

distintas características que permitan cumplir con todas la funciones establecidas.

- El estrato más bajo estará constituido por una franja de unos 5 metros (en planta), con una distancia de siembra entre individuos de 5 metros (distancia promedio a verificar, de acuerdo a la especie a utilizar), y aplicando el método de siembra a “tres bolillo”, para lograr una mejor distribución de los individuos, las especies de este estrato tendrán alturas entre 5 y 10 metros.
- El estrato alto (exterior) estará distanciado del anterior 5 metros, y se plantarán árboles con una altura mínima de 15 metros, y con una densidad de siembra de 10 metros entre individuos, y tendrá 10 metros de ancho (en planta).

En las **Tabla 47** y **Tabla 48**, se agregan las especies recomendadas para la conformación de esta pantalla. En la misma se listan especies nativas y exóticas de utilización en el medio, pero todas ellas con capacidad de resistencia a las condiciones de suelo y clima del sitio. De este listado se podrán seleccionar distintas combinaciones, en función de la disponibilidad comercial de las mismas.

Tabla 47: Forestales de primera magnitud para estrato mayor (externo)



Nombre vulgar	Castaño de Indias
Nombre científico	<i>Aesculus hippocastanum</i>
Origen	Grecia, Albania, Bulgaria
Follaje	Caduco
Porte	Hasta 30 m

Requerimientos: Especie rústica, resiste heladas, calores extremos y la acción del viento. No es exigente en riego ni suelos. Es poco atacado por plagas y enfermedades. Se utiliza en alineaciones urbanas.



Nombre vulgar	Plátano
Nombre científico	<i>Platanus orientalis</i>
Origen	Mediterráneo oriental
Follaje	Caduco
Porte	Hasta 35 m

Requerimientos: Especie resistente acepta cualquier tipo de suelo con riegos normales. Puede soportar heladas y se adapta a cualquier tipo de ambientes, incluso los contaminados. Se utiliza mucho en barreras forestales y arbolado urbano.



Nombre vulgar	Ciprés
Nombre científico	<i>Cupresus sempervirens</i>
Origen	Asia occidental
Follaje	Perenne
Porte	15m a 20 m

Requerimientos: Especie rústica, acepta frío moderado. Tolera suelos pobres y calcáreos. En Mendoza necesita riego. Soporta sol y sombra. Tiene crecimiento rápido. Muy utilizado en pantallas.



Nombre vulgar	Casuarina
Nombre científico	<i>Casuarina cunninghamiana</i>
Origen	Australia
Follaje	Perenne
Porte	Hasta 25 a 30 m

Requerimientos: Especie resistentes, soporta falta de humedad y sustratos salinos. Se utiliza como cortavientos, en alineaciones o como ejemplares aislados.



Nombre vulgar	Alamo Blanco
Nombre científico	<i>Populus alba</i>
Origen	Europa, Asia y Norte de África
Follaje	Caduco
Porte	Hasta 30 m

Requerimientos: Prefieren suelos frescos y ricos. Soporta bien los calores excesivos si tiene aprovisionamiento de agua. Es de crecimiento rápido.



Nombre vulgar	Alamo Negro
Nombre científico	<i>Populus nigra</i>
Origen	Asia Central
Follaje	Caduco
Porte	Hasta 25 m

Requerimientos: especie rústica, resiste fríos. Medianamente exigente en riego, aunque acepta periodos de sequía no muy prolongados. Empleado en alineaciones, pantallas protectores, aislados o en grupo. Es una especie de crecimiento muy rápido pero poco longeva.

Tabla 48: Forestales de segunda magnitud para estrato menor (interno)



Nombre vulgar	Arabia
Nombre científico	<i>Eleagnus angustifolia</i>
Origen	Asia Central
Follaje	Caduco
Porte	Hasta 10 m

Requerimientos: Especie rústica, resiste a la sequía y es tolerante a muchos tipos de suelos. Presenta espinas y follaje plateado con floración perfumada. Resistente a la salinidad.



Nombre vulgar	Aguaribay
Nombre científico	<i>Schinus molle</i>
Origen	Nativa
Follaje	Perenne
Porte	10 a 12 m

Requerimientos: Especie muy rústica, tolera la sequía, y no es exigente en suelo. Requiere pleno sol. Crecimiento rápido. Usos aislados o formando grupos abiertos.



Nombre vulgar	Ligustro
Nombre científico	<i>Ligustrum lucidum</i>
Origen	China
Follaje	Perenne
Porte	4 a 8 m

Requerimientos: Adaptable a variedad de suelos. Resiste sequía y salinidad. Puede usarse para pantallas protectoras.

En función de las especies propuestas, se desarrollará el proyecto definitivo de la Pantalla Perimetral, donde se podrán realizar distintas combinaciones de las especies propuestas. Se tomarán en cuenta las distancias indicadas, las cuales se ajustarán al proyecto definitivo.

Barrera forestal Planta de Separación

La barrera forestal alrededor de la Planta de Separación, tendrá como función principal retener la voladura de materiales livianos y generar una separación visual del sector de oficinas, por tal motivo se deberán tener presentes las siguientes premisas:

- Utilizar una combinación de forestales de follaje perenne y caduco, de porte medio, y a una distancia promedio de 5 metros.
- Los forestales a elegir deberán tener ramaje bajo.
- Se deberá reforzar el ramaje inferior con arbustos ubicados en una línea anterior a la colocación de la línea de forestales.
- Su localización se determinará en función del sentido de circulación de los vientos dominantes.

En la **Tabla 49**, se acompaña un listado de la especies sugeridas para la conformación de esta barrera. Estas especies se podrán combinar de acuerdo a la disponibilidad de las mismas. También se podrán utilizar cualquiera de las especies propuestas para la Pantalla perimetral y combinarlas con las que siguen.

Tabla 49: Forestales para barrera Planta de Separación



Nombre vulgar	Espina Corona
Nombre científico	<i>Gleditsia amorphoides</i>
Origen	Nativa
Follaje	Caduco
Porte	8 a 15 m

Requerimientos: Árbol espinoso, de follaje grisáceo, rústico, que crece bien a pleno sol y en regiones de clima templado. Soporta el frío sin dificultad. Crece en cualquier tipo de suelo, incluso seco y calizo.



Nombre vulgar	Árbol del cielo
Nombre científico	<i>Ailanthus altissima</i>
Origen	China
Follaje	Caduco
Porte	Hasta 20 m

Requerimientos: Especie resistente, soporta suelos calizos, y altas temperaturas en verano. De crecimiento muy rápido y resistente a la contaminación.



Nombre vulgar	Cina Cina
Nombre científico	<i>Parlinsonia aculeata</i>
Origen	Nativa
Follaje	Caduco
Porte	3 a 5 m

Requerimientos: Especie de gran rusticidad resistente a heladas y vientos. Tolerancia a suelos pobres con gran drenaje. Requiere exposición a pleno sol. Se puede usar para cercos vivos, tupidos y espinosos.



Nombre vulgar	Aromo - Espinillo
Nombre científico	<i>Acacia caven</i>
Origen	Nativa
Follaje	Caduco
Porte	3 a 5 m

Requerimientos: Especie muy rústica, resistente a heladas. Requiere pleno sol, no es exigente en suelos ni en riegos. Árbol espinoso, con floración amarilla muy llamativa en primavera.



Nombre vulgar	Árbol de Júpiter
Nombre científico	<i>Lagerstroemia indica</i>
Origen	China
Follaje	Caduco
Porte	2 a 8 m

Requerimientos: Necesita pleno sol y calor, aunque puede resistir bajas temperaturas si no son por períodos prolongados. Puede soportar heladas. No tolera suelos alcalinos. Necesita riego.



Nombre vulgar	
Nombre científico	<i>Pyracantha crenulata</i>
Origen	China
Follaje	Perenne
Porte	Hasta 4 m

Requerimientos: Arbusto espinoso, con numerosas flores de color blanco y fruto rojo. Especie rústica, requiere pleno sol. Crece en todo tipo de suelos y soporta suelos arcillosos y calcáreos. Tiene crecimiento rápido y resistencia a las bajas temperaturas.

Barrera forestal Sector Compostaje

La barrera forestal a localizar alrededor del Sector para Compostaje, tendrá como función principal amortiguar olores y visuales, por lo cual en su diseño se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Combinar especies de follaje caduco y perenne.
- Preferir árboles espinosos, para evitar la nidificación.
- Seleccionar especies con floración en distintas épocas que aporten aromas por su floración.

En la **Tabla 50** se acompaña un listado de la especies sugeridas para la conformación de esta barrera, las cual como en los puntos anteriores podrán combinarse entre sí o con los sugeridas precedentemente, en función de las funciones a cumplir.

Tabla 50: Forestales para barrera Sector Compostaje



Nombre vulgar	Arbol de Jabón
Nombre científico	<i>Quillaja brasiliensis</i>
Origen	Nativa
Follaje	Perenne
Porte	8 a 12 m

Requerimientos: Especie rústica, que necesita exposición a pleno sol y es capaz de resistir heladas. No es exigente con el tipo de suelo siempre que no retenga humedad. Resiste bien la sequía y las plagas habituales.



Nombre vulgar	Lapacho Rosado
Nombre científico	<i>Tabebuia impetiginosa</i>
Origen	Nativa
Follaje	Semipersistente a Caduco
Porte	Hasta 15m

Requerimientos: Requiere exposición a pleno sol y suelos bien drenados. Se desarrollan en terrenos secos y arcillosos. Son de crecimiento mediano. Su floración se da a fines de invierno y principios de primavera.



Nombre vulgar	Cina Cina
Nombre científico	<i>Parlinsonia aculeata</i>
Origen	Nativa
Follaje	Caduco
Porte	3 a 5 m

Requerimientos: Especie de gran rusticidad resistente a heladas y vientos. Tolera suelos pobres con gran drenaje. Requiere exposición a pleno sol. Se puede usar para cercos vivos, tupidos y espinosos.



Nombre vulgar	Paraiso
Nombre científico	<i>Melia azedarach</i>
Origen	Sur de Asia
Follaje	Caduco
Porte	10 a 15 m

Requerimientos: Especie muy rústica, requiere suelos bien drenados. Soporta la sequía y el frío. Es de crecimiento rápido y resiste el ataque de insectos. Apto para sombrear o para alineaciones.



Nombre vulgar	Árbol de Fuego
Nombre científico	<i>Brachychiton acerifolius</i>
Origen	Australia
Follaje	Caduco
Porte	8 a 12m

Requerimientos: Especie de crecimiento rápido y floración espectacular. Resiste bien al frío y necesita riego en verano. Sin plagas ni enfermedades destacables. Se utiliza en alineaciones en calles o como ejemplares aislados.



Nombre vulgar	Arrayán del Campo
Nombre científico	<i>Aloysia gratissima</i>
Origen	Nativa
Follaje	Perenne
Porte	1 a 2 m

Requerimientos: Arbusto con flores aromáticas, resistente a heladas y sequías. Requiere sol o media sombra y suelos bien drenados.



Nombre vulgar	Pichanilla
Nombre científico	<i>Senna aphylla</i>
Origen	Nativa
Follaje	Perenne
Porte	Hasta 1,50 m

Requerimientos: Arbusto resistente a heladas y sequías. Se puede utilizar como ornamental.

Cobertura final de los Módulos

Para realizar la cobertura vegetal del módulo cerrado, se deberá efectuar una cobertura rápida con gramíneas, preferentemente de flora local.

Para esto es imprescindible crear un horizonte de por lo menos 0,60 metros de tierra fértil y plantar con pilón. Mientras más ancho sea el horizonte, menor captura de raíces finas ocurrirá. Sería ideal plantar en forma de espiral o laberinto, colocando las especies de mayor resistencia en los bordes externos por la presencia en la zona de fuertes vientos. Las especies a plantar dependerán de la posibilidad de regar o no.

En la **Tabla 51** se agregan algunas especies de gramíneas, rastreras y arbustos, todas de carácter nativo, sugeridas para la cobertura, a las cuales, de ser necesario, se podrán agregar otras especies. Se deberán combinar las mismas, en función del proyecto paisajístico general que se desarrolle.

Tabla 51: Gramíneas y arbustivas para la cobertura final de los Módulos



Nombre vulgar	Cadillo
Nombre científico	<i>Acaena caespitosa</i>
Origen	Nativa
Follaje	Perenne
Porte	15 cm

Requerimientos: Especie rústica, resistente al frío, se da en ambientes cordilleranos. Requiere riego.



Nombre vulgar	Flechilla
Nombre científico	<i>Aristida pallens</i>
Origen	Nativa
Follaje	Perenne
Porte	60 cm

Requerimientos: Pasto bajo, forma matas intermedias. Crece en suelos secos y arenosos.



Nombre vulgar	Llaretá
Nombre científico	<i>Azorella trifurcata</i>
Origen	Nativa
Follaje	Perenne
Porte	10 cm

Requerimientos: Pasto bajo, forma matas intermedias. Crece en suelos secos y arenosos.



Nombre vulgar	Chilladora
Nombre científico	<i>Chuquiraga erinacea</i>
Origen	Nativa
Follaje	Perenne
Porte	0,60 a 1,50 m

Requerimientos: Especie rústica, crece en suelos franco-arenosos.



Nombre vulgar	Colliguay-Duraznillo
Nombre científico	<i>Colliguaja integerrima</i>
Origen	Nativa
Follaje	Perenne
Porte	0,60 a 1,50 m

Requerimientos: Arbusto ramoso y espinoso. Crece en suelos secos y arenosos.



Nombre vulgar Jarillilla
Nombre científico *Gochnatia glutinosa*
Origen Nativa
Follaje Perenne
Porte Hasta 1,50 m

Requerimientos: Especie rústica. Crece en suelos secos y arenosos



Nombre vulgar Olivillo - Blanquilla
Nombre científico *Hyalis argentea*
Origen Nativa
Follaje Perenne
Porte Hasta 1 m

Requerimientos: Hierba con largos rizomas, de color verde grisáceo. Acepta suelos secos y arenosos.



Nombre vulgar Melosa
Nombre científico *Grindelia chiloensis*
Origen Nativa
Follaje Perenne
Porte Hasta 1 m

Requerimientos: Especie rústica con floración color amarillo. Crece en suelos arenosos y con poco riego.



Nombre vulgar Escobilla
Nombre científico *Mulguraea escoparia*
Origen Nativa
Follaje Perenne
Porte Hasta 1 m

Requerimientos: Arbusto erecto con hojas muy pequeñas. Flores blanco violáceas. Se da en suelos arenosos.



Nombre vulgar Solupe Negro
Nombre científico *Neosparton aphyllum*
Origen Nativa
Follaje Perenne
Porte 0,90 a 1,30 m

Requerimientos: Arbusto de ramas erectas, redondas, amontonadas en la parte superior. Se da en suelos del piedemonte.



Nombre vulgar Neneo - Hierba Negra
Nombre científico *Mulinum spinosum*
Origen Nativa
Follaje Perenne
Porte 0,90 a 1,30 m

Requerimientos: Arbusto de ramas erectas, redondas, amontonadas en la parte superior. Se da en suelos de piedemonte.

Forestación y Parquización del Sector de Edificios Complementarios

El sector donde se localizarán las oficinas, debe tener un parquizado y forestación estéticamente atractivo, teniendo en cuenta fundamentalmente las visitas que se planificarán al sitio, con funciones de comunicación y enseñanza, además de generar un entorno de trabajo agradable.

Para cumplir con este objetivo, se podrán utilizar especies ornamentales que produzcan mejores vistas y que tengan seguramente mayores requerimientos hídricos y de cuidados.

Se deberán trabajar los espacios verdes con prados y jardines, grupos de arbustos y gramíneas de flor, grupos de arboles de menor porte, algunos ejemplares de mayor altura para aportar sombra y vistas agradables, líneas de forestales y contrastes de colores por follaje o inflorescencia.

En la **Tabla 52** se agregan algunas especies sugeridas (arboles de distintos portes y arbustos), con cualidades ornamentales y de generación de espacios de sombra. Las especies sugeridas se podrán utilizar y combinar de acuerdo al proyecto definitivo, y en caso de ser necesario, se podrá utilizar alguna otra especie de sustitución, lo que quedará sujeto a la aprobación de la Autoridad de Aplicación.

Tabla 52: Forestales de carácter ornamental para el Sector de Edificios Complementarios



Nombre vulgar	Liquidambar
Nombre científico	<i>Liquidambar styraciflua</i>
Origen	Norteamérica
Follaje	Caduco
Porte	Hasta 20 m

Requerimientos: Esta especie de carácter ornamental necesita sol, soporta heladas. Tiene un crecimiento medio, y requiere riego medio. Este árbol tiene un increíble colorido en otoño, que va desde el amarillo oro, pasando por los naranjas hasta el rojo intenso. Proyecta una sombra importante en verano, ya que sus ramas crecen desde bien abajo del tronco.



Nombre vulgar	Jacarandá
Nombre científico	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
Origen	Brasil
Follaje	Caduco
Porte	6 a 10 m

Requerimientos: Especie ornamental, con flores llamativas, numerosas, de azul claro a violáceo. La floración tiene lugar en primavera-verano. Árbol resistente a las condiciones urbanas, por lo que se indica para plantaciones en alineación. Es una especie rústica en cuanto al suelo, aunque prefiere terrenos areno-arcillosos.



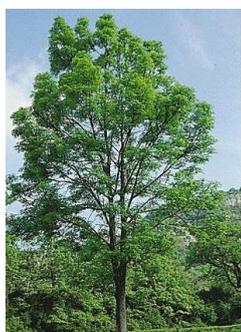
Nombre vulgar	Ciruelo Rojo
Nombre científico	<i>Prunus cerasifera</i>
Origen	Oeste de Asia
Follaje	Caduco
Porte	6 a 7 m

Requerimientos: Esta especie vegeta bien en suelos calizos y pobres, siempre que tenga humedad suficiente. Su follaje es rojizo púrpura, con floración de color blanco-rosado, que aparecen en primavera antes de las hojas. El color de su follaje contrasta con el verde de otras especies.



Nombre vulgar	Alcanforero
Nombre científico	<i>Cinnamomum camphora</i>
Origen	China y Japón
Follaje	Perenne
Porte	10 a 12 m

Requerimientos: Tiene follaje verde claro brillante con tonos rojizos, y una copa de 5 m de diámetro. Es una especie rústica en cuanto a suelos, acepta suelos diversos aunque prefiere los arenosos. Resiste sólo cortos períodos de sequía. Es de crecimiento lento.



Nombre vulgar	Fresno europeo
Nombre científico	<i>Faxinus excelsior</i>
Origen	Sur de Europa y Asia
Follaje	Caduco
Porte	20 a 30 m

Requerimientos: Viven en cualquier tipo de terreno y es exigente en agua. Especie de crecimiento rápido y resistente a las heladas. Empleado como árbol de sombra tiene baja transparencia. La variedad aurea (fresno dorado), presenta ramas amarillas y yemas negras.



Nombre vulgar	Arbol de Judea
Nombre científico	<i>Cercis siliquastrum</i>
Origen	Sur de Europa y Asia
Follaje	Caduco
Porte	5 a 8 m

Requerimientos: Follaje verde oscuro y flores rosado violáceas. Florece en primavera antes de la brotación. Especie rústica en cuanto a suelos, prefiere los sueltos y calcáreos. Resiste el frío y es medianamente resistente a la sequía. Es de crecimiento medio y alta transparencia, se recomienda en uso destacado.



Nombre vulgar	Catalpa
Nombre científico	<i>Catalpa bignonioides</i>
Origen	América del Norte
Follaje	Caduco
Porte	5 a 8 m

Requerimientos: Árbol de porte globoso con hojas grandes. De crecimiento muy rápido. Se utiliza en arbolado urbano y grupos. Requieren suelos bien drenados y con un pH de neutro a ligeramente ácido, exposición al sol y abrigo de los vientos.



Nombre vulgar	Ceibo
Nombre científico	<i>Erythrina crista-galli</i>
Origen	Nativa. Flor nacional
Follaje	Caduco
Porte	6 a 7 m

Requerimientos: Especie delicada al frío. Requiere riego regular, no excesivo, sin embargo el terreno debe conservar siempre un poco de humedad. Admite suelos variados. Tiene crecimiento lento.



Nombre vulgar	Plumerillo rojo
Nombre científico	<i>Caliandra tweedii</i>
Origen	Nativa
Follaje	Perenne
Porte	Hasta 4 m

Requerimientos: Arbusto ramificado desde la base, flores con estambres de color rojo intenso. Prefiere la semisombra pero puede plantarse a pleno sol. No tolera heladas intensas y se debe proteger del frío. Es resistente a la sequía, pero en verano debe regarse cada 2 ó 3 días. Prefiere los suelos de pH ácido o neutro, con buen drenaje y arenosos.



Nombre vulgar	Barba de Chivo
Nombre científico	<i>Caesalpinia gilliesii</i>
Origen	Nativa
Follaje	Perenne
Porte	Hasta 2 m

Requerimientos: Arbusto de crecimiento rápido de hasta 2 metros de altura y muy ancho. Su follaje es caduco o persistente según el clima. Floración en verano. Resistente a la sequía. Resiste las heladas y necesita un sustrato bien drenado, con un contenido de nutrientes medio.



Nombre vulgar	Rododendro
Nombre científico	<i>Rhododendron spp.</i>
Origen	China
Follaje	Perenne
Porte	1 a 3 m

Requerimientos: Arbusto de crecimiento lento, forma redondeada. Florece en primavera y no debe localizarse a pleno sol. Le favorecen las temperaturas bajas pero conviene protegerlo de las heladas. Requiere suelo ácidos, y no tolera terrenos arcillosos. Necesita buen drenaje. Necesita riego abundante en verano.



Nombre vulgar	Abelia
Nombre científico	<i>Abelia schumanii</i>
Origen	China
Follaje	Semicaduco
Porte	1,5 m

Requerimientos: Arbusto con flores blanco rosadas, que se forman en primavera y duran hasta el otoño. Tiene un ligero perfume. Se cultiva a pleno sol o media sombra. Necesita suelos ácidos. Se usan para setos, pantallas o masas.



Nombre vulgar	Fotinia
Nombre científico	<i>Photinia serrulata</i>
Origen	China
Follaje	Perenne
Porte	3 a 6 m

Requerimientos: Arbusto de follaje verde oscuro y floración en racimos de flores blancas. Florece a mediados de primavera. Aguanta bajas temperaturas y exposición a pleno sol. No es exigente con los suelos.



Nombre vulgar	Laurel
Nombre científico	<i>Laurus nobilis</i>
Origen	Asia Menor
Follaje	Perenne
Porte	5 a 10 m



Requerimientos: Follaje verde oscuro con flores aromáticas. Se adapta a la mayoría de los suelos, aunque prefiere los suelos bien drenados. No tolera bien las heladas (se deben prever cuidados). Prefiere la semisombra y resiste la sequía.



Nombre vulgar	Lantana
Nombre científico	<i>Lantana Camara</i>
Origen	Nativa
Follaje	Caduco
Porte	Hasta 2,5m

Requerimientos: Arbusto de hoja caduca con flores anaranjadas y amarillas. De crecimiento rápido. Suelen situarse a pleno sol, pero también viven en semisombra. Sensibles al frío, se adaptan a cualquier tipo de suelo, pero viven mejor en un terreno bien abonado. Resistente a la sequía

Plantación, Mantenimiento y Cuidados

Como recomendaciones generales relacionadas con la siembra y mantenimiento de los forestales se puede indicar:

- En todos los tipos, los forestales se deberán plantar combinando las especies.
- Debido a que las especies se plantarán sobre sustratos escasos de nutrientes, se sugiere hacer un hoyado profundo y adicionar suficiente sustrato orgánico. Igualmente se debe hacer fertilización periódica de los árboles, preferiblemente de tipo foliar.
- Todos los ejemplares plantados que no se hayan adaptado correctamente, serán reemplazados, asegurando de esta forma, la salud de los espacios verdes.
- Los forestales colocados en las barreras, no se deben podar, ya que perderían superficie receptora de partículas.
- El inicio de la época de lluvias es la más adecuada para la siembra y plantación, de esta forma se disminuirá al máximo el porcentaje de mortalidad.
- Para el riego, se diseñará un sistema de riego, de acuerdo a los requerimientos de cada especie y condiciones ambientales (temperatura, evapotranspiración, lluvias, etc.), el agua para realizar los riegos será tomada del pozo de extracción y de la laguna de acumulación de aguas pluviales. También se podrán utilizar los efluentes tratados de la planta de tratamiento, si se cumpliera con los parámetros exigidos para riego.

- Se deberá realizar un control de malezas, combinando desmalezamiento manual y agregado de herbicidas selectivos.
- Se deberá controlar la verticalidad y verificar las ataduras de los tutores.
- Se llevarán a cabo campañas periódicas de desinsectación de las áreas forestadas y parqueadas del Centro Ambiental, para el control y eliminación de insectos perjudiciales.
- Se realizará el relevamiento e identificación de plagas y enfermedades, así como la evaluación de las necesidades de campañas de desratización y desinsectación adicionales para el control de éstas.

Recomendación Final

En función de todos los lineamientos establecidos en el presente Plan de Forestación para el Centro Ambiental El Borbollón, se deberá desarrollar el proyecto paisajístico final, utilizando las especies indicadas en el presente documento para los distintos sectores, como así también se propondrá el sistema de riego a implementar en los distintos sectores.

5.9.7 Plan de Mantenimiento de Equipos

Este Plan se refiere a las acciones a tener en cuenta, durante las etapas de construcción y operación, tendientes al adecuado funcionamiento de los equipos destinados al relleno sanitario, siendo su objetivo principal evitar posibles accidentes o inconvenientes en la operación del relleno por rotura de maquinarias.

5.9.7.1 Objetivos

Los objetivos específicos de este plan, se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se deberán seleccionar maquinarias versátiles que puedan efectuar varias de las tareas asociadas a la operación de rellenos sanitarios.
- Lograr y mantener niveles adecuados de seguridad en la operación.
- Llevar adelante el mantenimiento de los equipos, permitiendo así lograr un alto grado de eficiencia a lo largo de su vida útil.
- Respetar las especificaciones de los fabricantes de los equipos durante la ejecución de las operaciones.

5.9.7.2 Uso Efectivo de Maquinaria

La construcción de un relleno sanitario requiere del uso de equipo pesado, conforme al grado de dificultad que presente el sitio seleccionado. Generalmente, este equipamiento resulta ser una fuente importante en las inversiones destinadas al manejo de los residuos sólidos y por lo tanto, su uso efectivo es vital para el desarrollo eficiente de las operaciones en el relleno sanitario.

La operación y el mantenimiento del equipo ocupan un lugar clave en los costos asociados con la operación de los sistemas de disposición final. Por tal razón, la adecuada selección de los equipos a utilizar deberá ser realizada de manera racional y tomando en cuenta el método de operación y las condiciones reales de trabajo a las que estarán sujetos.

Las funciones básicas del equipo para un relleno sanitario, caen dentro de las siguientes categorías:

- Preparación del sitio, incluyendo desmonte y despalme.
- Compactación y manejo de residuos.
- Excavación, transporte y aplicación de la cobertura diaria.
- Esparcimiento y compactación de la cubierta final.
- Funciones de apoyo.

Dependiendo del tamaño de la instalación, el mismo equipo puede ser utilizado en más de una de las tres categorías (funciones relativas al suelo, funciones relativas a los residuos, funciones de apoyo).

Una cualidad como la versatilidad, pasa a convertirse en una consideración esencial para la selección de equipo en situaciones en que este podrá ser utilizado para más de una sola función.

Funciones Relativas al Suelo

La excavación, el manejo y la compactación de los suelos utilizados como sistema de impermeabilización o material de cobertura, son los aspectos que deben ser considerados cuando se determinan las funciones del equipo a ser seleccionado para la realización y operación de un relleno.

Los procedimientos y equipos utilizados para estas actividades, difieren muy poco de los utilizados para otras operaciones de movimientos de tierras. En consecuencia, el grado de mecanización y sofisticación del equipo disponible para el relleno sanitario, en cualquier situación, no diferirá marcadamente de las actividades que son características en las operaciones de movimiento de suelos.

Para la determinación de los equipos a utilizar se deberán considerar factores como el tipo de suelo y la topografía del sitio.

Por ejemplo, los equipos sobre ruedas, son considerados eficientes para la excavación de suelos en los que predominan la arena, la grava, las arcillas limosas y los limos arcillosos. Asimismo, los equipos sobre orugas son recomendables para trabajos en sitios que presentan problemas de accesibilidad y materiales difíciles de manejar.

Otras variantes a tener en cuenta pueden ser de tipo estacionales. Si los suelos deben ser movidos distancias menores de 100 m, los cargadores y bulldozers

pueden servir perfectamente para este propósito. Para distancias mayores se deben utilizar otros equipos.

Funciones Relativas a los Residuos

Las funciones de los equipos relacionadas con los residuos sólidos son: empuje, esparcido, compactación y cobertura.

La función de compactación demanda la atención total, debido a sus efectos a corto y largo plazo sobre la operación del relleno. Una adecuada compactación se puede medir, a través de la velocidad y extensión de los asentamientos y del rápido pasaje de los residuos a condiciones anaeróbicas, impidiendo de esta forma la presencia de bolsones de aire en el seno de los residuos, que posibilitaría el inicio de incendios espontáneos ante el aumento de las temperaturas debido a la descomposición de los residuos. Por otra parte y de fundamental importancia, es la prolongación de la vida útil del relleno.

El equipo pesado especialmente diseñado para la compactación, es aparentemente más efectivo y eficiente que el equipo ligero diseñado para el movimiento de tierras. Sin embargo, el peso puede ser significativamente compensado incrementando el número de pasadas del equipo ligero sobre los residuos. El número de pasadas necesarias para obtener la compactación requerida por el proyecto, también depende el contenido de humedad y de la composición de los residuos.

Los equipos a utilizarse en un relleno sanitario deben ser durables, ya que son maquinarias que trabajan en condiciones hostiles, lo cual puede implicar una alta frecuencia de saturación con partículas en los radiadores, o daños en las partes operativas de los equipos, por el manejo de residuos protuberantes o voluminosos.

Se presenta también una alta ocurrencia de pinchaduras de los neumáticos, reduciéndose de esta forma su vida útil.

Funciones de Apoyo

En todas las etapas de construcción del relleno, será necesario el equipo de apoyo para la instalación de:

- Sistemas de control ambiental tales como las geomembranas impermeables.
- Las instalaciones para la gestión de los líquidos lixiviados.
- Las instalaciones para el venteo de biogás.

Durante la fase de operación, las tareas incluyen:

- Extensión y mantenimiento de los caminos hasta el frente de trabajo del relleno.
- Control de polvos y combate de incendios.

- En el caso de que los vehículos de recolección y transporte no estén equipados con sistemas de autodescarga, el equipo de soporte puede ser requerido para ayudar en la descarga. Generalmente, algunas de las funciones de apoyo (tales como la ampliación y el mantenimiento de caminos) pueden ser realizadas durante la fase de operación, mediante la maquinaria utilizada para la distribución y compactación.
- Mantenimiento de infraestructura de manejo de aguas pluviales.

Algunos aspectos a ser tenidos en cuenta en la operación de los rellenos sanitarios son:

- La descarga se debe realizar a corta distancia del frente de trabajo, evitando que los vehículos recolectores interfieran con las actividades de la maquinaria pesada.
- Se deberán instalar jaulas de seguridad en las maquinas (lateralmente y en la parte superior).
- Resguardar depósitos de aceites y carters.
- Proteger radiadores.
- Realizar el mantenimiento de alarmas de seguridad y extinguidor de incendios, así como todos los equipamientos de seguridad.
- Instalar sistemas para detectar en las máquinas, la baja presión de aceite y alta temperatura del agua.
- En el caso de equipos sobre neumáticos, se recomienda el uso de ruedas especiales para compactación de rellenos sanitarios.

5.9.7.4 Descripción y Especificaciones de diferentes tipos de equipos

Los factores a ser considerados están relacionados con las características y tipos de equipos de movimiento de tierras. Un factor importante en la selección del equipo es la posibilidad de que la máquina realice funciones múltiples, para ello es necesario considerar la función y capacidad de cada una de las piezas del equipo, bajo las condiciones particulares de cada sitio.

Para la selección de los equipos necesarios, se tomarán en cuenta las características del suelo, la topografía, las condiciones climatológicas, así como las características cuantitativas y cualitativas de los residuos, teniendo siempre en cuenta las restricciones presupuestarias.

5.9.7.5 Tipo de Equipo, Funciones y Características Principales

Bulldozer o Tractor sobre Orugas con Hoja Topadora

Función: Distribuir y compactar los residuos. Realizar la preparación del sitio. Suministrar la cobertura diaria y final y trabajos generales de movimiento de suelos. En la **Figura 26** se puede apreciar una imagen de la máquina.



Figura 26: Bulldozer

Características: Los bulldozer están equipados con orugas metálicas de anchos variables especificados, tales como 457 mm, 508 mm, 559 mm y 610 mm. Las orugas deben ser lo suficientemente altas como para permitir una buena reducción de tamaño de los residuos y evitar posibles deslizamientos. La presión descargada sobre los residuos se obtiene distribuyendo el peso de la máquina sobre la superficie de contacto. En la **Tabla 53** se presentan algunos valores típicos para estas máquinas.

Tabla 53: Valores típicos de presión ejercida por los equipos sobre los RSU

Potencia (HP)	Peso del equipo (kg)	Área de contacto con los RSU (m ²)	Presión (kg/cm ²)
140	11.750	2,16	0,54
200	16.100	2,76	0,53
300	24.770	3,19	0,78

El grado de compactación de los residuos depende de la presión ejercida. Como se mencionó anteriormente, a menor espesor de capa de residuos, mayor compactación. Esto significa que la eficiencia se incrementa con el número de pasadas. El límite de esta práctica, se encuentra en la conveniencia técnico-económica, entre los tiempos empleados en la compactación y el grado de

compactación logrado. Los mejores resultados se logran con capas de 0,30 m de espesor y un número de pasadas no superior a 3 (tres).

Las máquinas con orugas no son muy eficientes en la compactación de los residuos sólidos, debido a su baja presión sobre el suelo. Para obtener una máxima eficiencia de las máquinas con orugas, es muy importante que estén equipadas con hojas topadoras adecuadas, para poder conformar los espesores de las capas de residuos a compactar.

La densidad de los residuos sólidos, es aproximadamente tres veces menor que la del suelo, por lo tanto es posible incrementar la capacidad de la hoja mediante el incremento de su altura, por medio de la adición de una malla de acero soldada en su parte superior. Esta malla evitará la interferencia con la visibilidad del operador. Las dimensiones de la hoja varían con cada modelo. Por ejemplo una máquina típica de 140 HP, sobre superficies planas, puede alcanzar, un rendimiento en la disposición de 50 Tn de RSU por hora. Este rendimiento se ve sensiblemente afectado sobre superficies inclinadas, disminuyendo a 30 Tn/hora, para una pendiente del 30%.

Compactadores con Ruedas Metálicas

Función: Distribuir y compactar los residuos sólidos para alcanzar una compactación mayor o igual a 1 Tn/m³, dentro de la celda de relleno sanitario. En la **Figura 27**, puede apreciarse una imagen de la máquina.



Figura 27: Compactador con ruedas metálicas

Características: Los compactadores están diseñados específicamente para operar al 100% de la carga del motor en tareas de compactación de residuos. Están equipados con motores diesel, tanto turbo como estándar. Las ruedas metálicas pueden ser de diente de punta cruciforme de material resistente a la abrasión o

con pisonos dispuestos en forma de sardinetas y hojas cortadoras, esto le permite concentrar el peso sobre una superficie de contacto más pequeña (comparada con una máquina de orugas) y ejerciendo una mayor presión sobre los residuos. El tren de fuerza de avance oscila entre 6 a 10 km/hora y en retroceso de 7 a 11 km/hora.

Tabla 54: Valores típicos de presión ejercida por los compactadores

Potencia (HP)	Peso del equipo (kg)	Presión (kg/m ²)
150	16.000	75
175	26.000	120

Para las tareas de compactación, los compactadores son más versátiles y rápidos que los bulldozers. Un modelo típico de 150 HP puede alcanzar una productividad de aproximadamente 75 tn/hora en superficies planas. La productividad disminuye a 50 Tn/hora para superficies con 30% de pendiente.

Los compactadores con ruedas de acero están equipados con hojas controladas por un sistema hidráulico. La hoja tiene una rejilla metálica adicional para aumentar su capacidad. Las dimensiones típicas de la hoja son: ancho= 3,04 m y altura (con rejilla) = 1,88 m.

Cargadores frontales sobre Neumáticos

Función: Para excavar en suelos blandos y cargar el material excavado a los camiones para transportarlo al sector donde se realizará la cobertura diaria. Su distancia de transporte no debe superar los 50 ó 60 m. En la **Figura 28** puede apreciarse una imagen de la máquina.



Figura 28: Pala cargadora sobre neumáticos

Características: Los cargadores sobre neumáticos, generalmente están equipados con motores diesel y dirección (tracción) en las cuatro ruedas. El eje frontal es fijo y el trasero puede oscilar. Los modelos varían en potencia, en un intervalo entre los 65 HP y los 375 HP. La capacidad del balde varía de 0,8 m³ a 6 m³. Los modelos más comúnmente utilizados son de alrededor de 100 HP a 150 HP. En la **Tabla 55** se presentan algunas características de estos modelos:

Tabla 55: Valores típicos de capacidad de la cargadora frontal

Potencia (HP)	Peso del equipo (kg)	Capacidad del balde (m ³)
100	9.280	1,34 – 1,72
130	11.550	1,72 – 2,68

Sobre suelos blandos, una máquina de 130 HP, con una capacidad de balde de 1,91 m³, estará en condiciones de excavar y cargar un camión volcador con un rendimiento aproximado de 160 m³/hora de trabajo. En suelos duros, la producción disminuye y esta máquina probablemente necesitará ser reemplazada por una más adecuada para realizar la excavación. Los cargadores sobre neumáticos también son aptos para realizar eficientemente trabajos relacionados con las operaciones del relleno sanitario.

Cargadores frontales sobre Orugas

Función: Estas máquinas pueden desarrollar funciones similares a las de los cargadores sobre neumáticos. Los cargadores sobre orugas también son recomendables para excavar en suelo macizo o duro. Su distancia óptima para transporte de materiales no debe exceder de los 30 m.

En casos de emergencia, los cargadores de orugas pueden utilizarse para el manejo de residuos sólidos (extendido y compactación). También pueden ser utilizados para conformar y nivelar la cobertura de las celdas. En la **Figura 160** puede apreciarse una imagen de la máquina.



Figura 29: Cargador frontal sobre orugas

Características: Los cargadores sobre orugas están equipados con motores diesel, con intervalos de potencia entre los 65 HP y los 275 HP. En la **Tabla 56** se presentan algunos valores típicos de estos equipos.

Tabla 56: Valores típicos de capacidad de la Pala Cargadora Frontal sobre orugas

Potencia (HP)	Peso del equipo (kg)	Área de contacto con los RSU (m ²)	Capacidad del balde (m ³)
95	12.340	1,54	1,34
130	13.700	1,79	1,34 – 1,74
190	21.300	2,48	1,90 – 2,48

El balde de este tipo de equipos, es de fácil y rápida operación mediante un mecanismo hidráulico. Para optimizar la eficiencia y flexibilidad en este equipo, se lo puede equipar con un balde multiuso. Este tipo de balde se adapta a diferentes tipos de operaciones, conforme a la posición en la que es operado.

El balde tiene una sección estacionaria y otra móvil. El movimiento puede ser controlado por el operador con el mismo sistema de control. El balde puede actuar como: cargador, empujador, excavadora o dragadora.

En los rellenos sanitarios la versatilidad de este tipo de equipos es necesaria, especialmente cuando la disponibilidad de equipos es limitada. También las palas cargadoras sobre neumáticos cuentan con este tipo de aditamento.

Retroexcavadora sobre Orugas

Función: Para excavación del suelo y carga de camiones. En la **Figura 30**, puede apreciarse una imagen de la máquina.



Figura 30: Retroexcavadora sobre orugas

Características: La excavadora está equipada con un motor diésel y un sistema hidráulico para el control de los brazos de carga y del cucharón. El tiempo del ciclo de excavación depende del tamaño del equipo y de las condiciones del sitio. Esto implica que cuando la excavación es de mayor dificultad o la trinchera más profunda, el procedimiento de excavación será más lento. Los diferentes fabricantes de estas máquinas indican el cálculo o la estimación del tiempo para el ciclo de acuerdo con el modelo de equipo y las condiciones particulares de cada sitio (tipo de suelo y profundidad de excavación). La profundidad de excavación (medida desde el nivel de apoyo de la máquina) depende del alcance de los brazos de carga. En la **Tabla 57** se presentan algunos valores típicos de estos equipos.

Tabla 57: Valores típicos de capacidad de la Retroexcavadora sobre orugas

Potencia (HP)	Peso del equipo (kg)	Longitud de brazo de la pala (m)	Capacidad del balde (m ³)	Profundidad máxima de excavación (m)
135	22.680	2,44	0,75	6,40
195	34.020	2,90	1,18	7,30
325	53.200	3,20	1,94	8,50

5.9.7.6 Procedimientos básicos para el uso eficiente de los equipos

Bulldozer o Tractor sobre orugas con hoja topadora

Los tractores de tipo bulldozer son las piezas más versátiles para aplicación en rellenos sanitarios. Estas máquinas pueden esparcir, compactar, cubrir los residuos sólidos y también pueden utilizarse en la preparación de sitios,

excavación de material de cobertura, construcción de caminos y limpieza de terrenos.

Son apropiados para cualquier tamaño y metodología de operación de relleno. Para obtener una operación eficiente es necesario mantener el tractor sobre orugas empujando el mayor volumen de material posible, sin que se vea afectada su funcionalidad y desempeño. Aunque el tractor sobre orugas, excava y transporta con mucha mayor eficacia hacia abajo, que en terreno a nivel o cuesta arriba, en el caso de esparcimiento en capas y compactación de los residuos, debe procurarse que el trabajo se realice desde abajo hacia arriba, o cuesta arriba. Esta forma de operación compacta de una manera más eficiente los residuos.

Cuando se topa material para desplazarlo de un lado a otro, se debe tratar que escape la menor cantidad posible de este, por los costados de la hoja. Se puede reducir el material que escapa por los costados, haciendo la excavación con dos tractores de orugas trabajando en paralelo, en el caso en que se cuente con ellos, con las hojas tocándose, de manera que no se pierda material por el espacio que queda entre ellos.

Para extender materiales o residuos, la hoja se debe mantener un poco elevada (0,30m) de la superficie del terreno original, para que el material pueda deslizarse debajo de ella en una capa pareja sobre la que pueda caminar y al mismo tiempo compactar. Para formar una capa de un espesor final dado, es necesario tomar espesores mayores para tener en cuenta la compactación. Si no quedara una cantidad de material o residuos suficientes frente de la hoja para permitir alcanzar hasta el extremo de la superficie que se desea cubrir, se optimizan los tiempos de trabajo suspendiendo el empuje tan pronto como la carga se sienta más liviana, y regresando.

En el siguiente paso, se deberá cargar la hoja topando por el mismo camino. Es conveniente variar el recorrido usado para distribuir, debido a que es más fácil conservar la rasante si no se forman las acumulaciones de residuos altas. La mayor parte de las excavaciones con el tractor de orugas deben realizarse con movimientos de vaivén, con la máquina puesta en una dirección transversal a la excavación, dividiendo el ciclo en excavación, acarreo y esparcimiento del material.

Debe realizarse así, porque las distancias cubiertas son generalmente muy cortas y los giros, especialmente en terreno blando, toman tiempo y destruyen la conformación de la capa realizada previamente, por lo que resulta más rápido y sencillo, regresar al corte que dar dos giros para poder realizar la maniobra a una velocidad mayor.

En el caso de tener que realizar acarreos (no recomendados como práctica habitual) de 30 m o distancias mayores, podrían resultar más efectivos los giros, salvo en el caso que la máquina tuviera una marcha atrás muy rápida.

Los tractores de orugas pueden emplearse en taludes con pendiente moderada, en particular en el caso de los que poseen orugas anchas, pueden operar con pendientes de hasta 20°. Sin embargo, se debe tener en cuenta que con ese tipo de operación aumenta el riesgo de vuelco.

Este tipo de máquinas pueden subir y bajar pendientes pronunciadas con seguridad. Las pendientes mayores a 25°, deben subirse de frente y nunca en marcha atrás, debido al mejor equilibrio y tracción.

Cargadoras frontales

La mayoría de las excavaciones en los rellenos son realizadas por cargadores con la parte inferior del balde horizontal o inclinado ligeramente hacia abajo. Esta posición la maquinaria permite la máxima penetración en los bancos y en los lugares altos, y abre un sendero uniforme sobre el cual pueden caminar las orugas. La cantidad recogida por el balde varía con la naturaleza del material, la pendiente del banco, la superficie sobre la cual se mueve el vehículo, y la pericia del operador. En este tipo de maquinaria, se considera más importante la rapidez de la ejecución del ciclo de carga que la obtención de cargas máximas en cada pasada.

A medida que la distancia al punto de la descarga aumenta, el volumen cargado en el balde se vuelve más importante que el tiempo utilizado para obtenerlas. La carga podrá ser realizada con mayor rapidez, si el camión se ubica lo más cerca posible del lugar de operación de la máquina.

Compactadores con ruedas metálicas

Para los compactadores de ruedas metálicas, caben las mismas recomendaciones realizadas para los tractores sobre orugas.

5.9.7.7 Mantenimiento y Servicio

El servicio de mantenimiento de una obra consiste en efectuar acciones para conservar la funcionalidad de sus equipos e instalaciones. La deficiencia en la realización de estas actividades en un relleno sanitario, podrá provocar:

- Posibles daños al ambiente, y a partir de estos, generar rechazo en la población hacia una obra necesaria para la mejora de la salud pública.
- Incumplimiento de los planes y programas de trabajo.
- Fallas en el equipo o en las instalaciones con el consecuente aumento de los costos de operación.

Debido a la importancia del tema, se enunciarán lineamientos y pautas para la realización eficiente de las tareas de mantenimientos y servicio.

Revisión y Reparación de Equipos

El equipamiento mecánico es indispensable para la operación del relleno sanitario. Se hace entonces necesaria su revisión y cuidado constante, el recambio de piezas defectuosas o averiadas y la selección de los mejores operadores para permitir un buen uso y cuidado de la maquinaria.

A continuación se mencionan algunas recomendaciones generales sobre mantenimiento y cuidados en la operación de la maquinaria. Asimismo, se considera primordial recurrir a los manuales o guías entregadas por los fabricantes.

Lubricación: la lubricación es de gran importancia para permitir el correcto funcionamiento y tiempo de vida útil de los elementos móviles del equipo. La frecuencia de lubricación nunca debe ser inferior a la indicada por los fabricantes y está condicionada además al tipo de trabajo que realice, la carga, el terreno y el clima. Es importante observar que el indicador de presión de aceite marque correctamente, en caso contrario deberá verificarse el nivel de ésta en el carter, o bien si la viscosidad es la adecuada para la temperatura ambiente. Se agregan además las siguientes recomendaciones:

- Usar siempre lubricantes y envases limpios.
- Bajo condiciones de funcionamiento demasiado severas deben acortarse los períodos de lubricación establecidos para la operación en condiciones normales.
- Debe establecerse en los procedimientos de operación de la máquina, que antes de efectuar el arranque de ésta, el operador debe informarse sobre el estado de cumplimiento del programa de lubricación.

Purgado: para mantener el correcto funcionamiento de todos los equipos en operación en el relleno, se deberán respetar las siguientes recomendaciones:

- Comprobar la presión de aire en el sistema de frenos, y purgarse cada mañana los productos de la condensación.
- Evitar que el depósito de combustible quede con poca carga y limpiarlo frecuentemente.
- Luego de largos períodos de inactividad de la máquina, deben ser desarmados, el sistema de filtros y cañerías de alimentación, o en el caso de que se agote el combustible del tanque. En estos casos, existe la posibilidad de que quede aire atrapado en las tuberías de combustible, que puede ser eliminado mediante la purga del sistema.

Sistema de alimentación: Se considera importante para el correcto funcionamiento de los equipos y la economía de consumo, el control de la regulación de los inyectores, este tipo de anomalía comúnmente se manifiesta a través de la emisión de humos excesivos por el tubo de escape. El ajuste de la

bomba inyectora debe ser realizado por personal especializado. Además, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se deben realizar limpiezas y cambios periódicos de los filtros de aire.
- Se debe vigilar el nivel de aceite y el nivel de posición de polvo en el recipiente de pre-filtro, y sopletear la cámara interna del pre-filtro.
- En ambientes muy polvorientos, es preciso aumentar la frecuencia de control y limpieza de los filtros.

Sistema de enfriamiento: Se considera importante para el buen funcionamiento del sistema, el cuidado y recambio del termostato, debido a que este elemento regula la temperatura y su velocidad de elevación en el motor. El termostato se halla en la tubería de retorno del agua desde la cabeza de cilindros al radiador.

Sistema eléctrico: Se considera importante para el buen funcionamiento del sistema, que el sistema eléctrico sea atendido por personal especializado. Un listado no taxativo de tareas a ser realizadas será el siguiente:

- Quitar el óxido de las terminales de las baterías y los cables.
- Reemplazar los cables desgastados. Colocarlos limpios y firmes.
- Es necesario que las baterías estén aseguradas al bastidor, sin estar demasiado ajustadas, y vigilar el nivel del líquido.
- Cuando el líquido electrolítico se encuentre por debajo del nivel adecuado se deberá completar con agua destilada pura. No se debe usar agua corriente, de pozo o que haya sido almacenada en un recipiente metálico. Puede usarse agua de lluvia.
- Los bornes se deberán ajustar y cubrir con vaselina pura y no con grasa común.
- Es importante el chequeo en el tablero de instrumentos de la máquina, la luz indicadora de insuficiente tensión en el alternador. Cuando el motor está acelerado debe estar apagada, de lo contrario deberá revisarse el alternador o el regulador de tensión y su fusible. Cuando el motor esté en ralentí, es necesario regular su funcionamiento a un número de revoluciones por minuto, tal que la luz indicadora quede en posición encendida o apagada pero nunca parpadeando, debido a que se podría dañar el regulador de tensión.

Maquinaria sobre orugas

Los equipos empleados en los rellenos sanitarios, generalmente, son montados sobre orugas, por esta razón a continuación se mencionan las características más importantes de este tipo de maquinaria, en cuanto a su funcionamiento y mantenimiento.

Los tractores sobre orugas, logran un funcionamiento más suave y uniforme, sin tirones bruscos ni sacudidas.

Existen diversos diseños para las zapatas de los carriles de una topadora, que cumplen funciones de tracción primordialmente, a través de las uñas de apoyo. Es necesario resaltar además que la fuerza impulsora, se ejerce sobre los pasadores de unión entre las orugas y no sobre las zapatas del carril, en forma directa. Con una distancia entre ejes suficientemente amplia y con orugas de ancho adecuado, se logra en la máquina una excelente flotación (baja presión específica sobre el suelo) y estabilidad, lo que posibilita trabajar un terreno poco consistente y sobre pendientes pronunciadas.

Si bien la distancia corta entre ejes, favorece la maniobrabilidad, el carro largo aumenta la flotación del tractor y mejora la adherencia. Este tipo es más conveniente pues si se aumenta el número de rodillos de apoyo, la fuerza de empuje es mayor y la estabilidad longitudinal y transversal de la máquina es óptima. Los rodillos y pasadores deben distribuirse sobre las zapatas, de modo tal que los soportes y armazón de los carriles distribuyan los esfuerzos uniformemente.

Tensión de la oruga: debe vigilarse la tensión de la oruga, que se extiende por el desgaste de las placas, ejes, casquillos, guías o ruedas dentadas, la oruga debe tener un margen entre 31,75mm y 30,1 mm.

Alineación y ajuste del tren rodante: las ruedas dentadas y de apoyo tienen que hallarse en línea. Cada 500 horas es necesario ajustar los bulones y las tuercas de los mecanismos sobre orugas. Algunos indicios de que estos no se hallan bien ajustados son:

- Desgaste rápido de una pestaña de la rueda, originado generalmente por mala alineación de la misma.
- Calentamiento de una rueda, aunque otra causa posible es la falta de lubricación.
- Gran consumo de lubricante. Si no va acompañado de calentamiento suele deberse a un sellado defectuoso.

Es conveniente no exigir a la máquina recorrer trayectorias largas en retroceso, pues es una operación forzada que puede afectar el sistema de dirección y el tren rodante, más aún si se hace a alta velocidad.

La velocidad de desplazamiento de la máquina debe adaptarse al terreno. Al descender pendientes pronunciadas, se utilizarán únicamente los frenos a fin de evitar sobrecalentamientos en el motor y transmisión.

Los baldes cargados deben mantenerse a la menor altura posible para tener estabilidad y visibilidad. La zona de trabajo estará en lo posible despejada y pareja. Además de prestar especial atención en el equilibrio de la máquina cuando ésta trabaje cerca de desniveles bruscos del terreno.

Transmisión: Se considera muy ventajoso que las maquinarias sobre orugas tengan un sistema de transmisión hidráulica, el mismo deberá estar compuesto por una unidad compacta con “convertidor de par” y “caja de cambios”. Este sistema de transmisión permite el aumento del par motor en forma continua a medida que aumenta la resistencia, lográndose una penetración eficaz y llenado efectivo del balde. Los cambios de velocidad serán realizados sin pedal de embrague, mientras la máquina está en movimiento, permitiendo esta maniobra el desarrollo del par máximo.

En la **Tabla 58**, se muestra un resumen del mantenimiento preventivo que se recomienda realizar a cada tipo de maquinaria destinada a la operación del relleno sanitario, así como de algunos equipos utilizados.

Tabla 58: Valores típicos de frecuencias de operaciones básicas de mantenimiento preventivo

Tipos de maquinarias	Cambios de filtros	Cambios de aceite	Afinación	Engrase	Ajuste de partes móviles
Retroexcavadora sobre orugas	Cada 250 horas	Cada 250 horas	Cada 500 horas	Diario	Semanal
Tractor sobre orugas	Cada 280 horas	Cada 280 horas	Cada 500 horas	Diario	Semanal
Compactador	Cada 250 horas	Cada 250 horas	Cada 500 horas	Diario	Semanal

5.9.7.8 Medidas de Seguridad

A continuación y a modo de listado no taxativo, se presentan algunas medidas de seguridad para los maquinistas, las máquinas y el personal que pudiera estar realizando tareas dentro del área de trabajo de las máquinas.

- En el caso en que el operador descienda de la máquina, aunque sea momentáneamente, deberá asegurarse que la hoja topadora o el balde se hallen lo más cercanos posibles del suelo o sobre éste, que la maquinaria permanezca inmóvil y el motor esté apagado.
- No se deberá cargar combustible o realizar ajustes en el motor, mientras éste se encuentre en funcionamiento.
- No acelerar a gran velocidad un motor turbo alimentado antes de apagarlo. Es necesario dejarlo regulando en vacío por algunos minutos para que baje su temperatura.
- No reparar la hoja ni ningún otro equipo suspendido, sin antes poner las cuñas necesarias. Es más seguro dejarlos apoyados en el suelo.

- Trabajar la transmisión y los frenos al estacionarse. En caso que la máquina vaya a estar detenida por varios días, se deberá apagar el encendido, quitar las llaves y cerrar el paso de combustible.
- En caso de que la maquinaria quedara sobre una pendiente, se ubicará transversalmente y se asegurará con la colocación de tacos o bloques.
- Nunca deben llevarse acompañantes sobre la máquina, ni elementos de distracción.
- Los pedales de frenos, las palancas y otros elementos no se utilizarán como descanso de pies y manos.
- Se mantendrá limpia la máquina, sobre todo el tren rodante, pues la basura suele solidificarse y posteriormente se hace muy difícil su retiro.
- El operador debe maniobrar la máquina en una posición cómoda.
- La seguridad y rendimiento de los equipos destinados a la operación de un relleno sanitario, depende íntegramente del hombre que se encuentra a cargo de su manejo. Muchos desperfectos y anomalías se logran evitar si el operario es responsable de su trabajo.
- El operador de la máquina deberá contar siempre con el equipo de seguridad necesario para la realización de su trabajo.

5.10 Plan de Clausura y Postclausura

La clausura de un relleno sanitario implica la finalización o el cese de las operaciones para la disposición de residuos sólidos. En esta fase, ya no se acepta el ingreso de residuos sólidos al sitio y, en consecuencia, ellos deben ser dispuestos en otras instalaciones o manejados mediante otros métodos.

En términos simples, la clausura de un relleno sanitario se refiere al período de tiempo cuando la operación de relleno sanitario ha cesado, razón por la cual, dicho relleno se cubre con un material denominado cobertura final, con el fin de darle seguridad a la estructura y eliminar focos de contaminación.

El período de tiempo posterior al cese de operaciones de disposición y durante el cual el relleno sanitario se mantiene y se controla durante un lapso indefinido es denominado el período post-clausura. En la práctica, la clausura y post-clausura incluyen la realización de un número de actividades que se indicarán más adelante.

La clausura y el cuidado que debe dársele a las estructuras y al módulo durante la post-clausura del relleno sanitario, son actividades importantes en el ciclo de vida de un relleno sanitario porque completan los requisitos para el manejo ambiental

de la instalación de disposición final. En general, el cuidado post-clausura debe continuar hasta que los residuos sólidos se hayan estabilizado a un nivel tal que ya no constituyan un riesgo para la salud y la seguridad pública o para la calidad ambiental. La duración del cuidado post-clausura no se conoce con anterioridad y será específica para cada sitio de disposición final.

En los países desarrollados, es normal tener un período de mantenimiento y de control post-clausura de por lo menos 30 años. Los costos de la clausura y post-clausura pueden ser muy elevados y deben tenerse en cuenta para una adecuada planificación, sus aspectos financieros, técnicos, ambientales, administrativos y su manejo fiscal y participación comunitaria; con el fin de establecer procesos transparentes, abiertos y de comunicación con las autoridades ambientales y la comunidad.

5.10.1 Procedimientos operacionales

La clausura de cualquier relleno sanitario debe realizarse de acuerdo con un plan cuyo propósito es brindar orientación y procedimientos claros para que el relleno sanitario se cierre según las normas aplicables, se realice el control apropiado para el manejo del lixiviado, el gas producido durante la descomposición de los residuos, el drenaje de aguas superficiales, y se logre un uso final planificado y seguro para el sitio.

La clausura del relleno sanitario requiere planificación y preparación. Es probable que se necesiten varios estudios antes de efectuar la clausura: el tiempo y el contenido de los mismos dependerán de las circunstancias específicas del sitio. Para la clausura de un relleno sanitario se recomienda seguir los procedimientos que a continuación se detallan:

5.10.1.1 Planeamiento

- Realización de estudios hidrológicos que describan la relación física entre el relleno sanitario y la hidrogeología del sitio y cualquier efecto observado en la calidad de las aguas subterráneas.
- Determinar la conformación final del sitio: comprende definir la topografía final del sitio que muestre los contornos acabados del relleno sanitario, el área colindante y las características planimétricas importantes, tales como cuerpos de agua, bosques, vías, caminos, asentamientos, edificaciones, linderos, entre otros.
- Diseño del sistema final de cobertura, incluyendo planos y especificaciones para los componentes del sistema y los detalles de la construcción.
- Identificación de las fuentes de donde se obtendrán los materiales de cobertura final, tales como arcilla o materiales sintéticos (de acuerdo al sitio).

- Diseño del paisaje final incluyendo las especificaciones y los detalles de construcción.
- Diseño del programa preparatorio de nivelación que describa los requisitos del contorno del relleno sanitario y la nivelación superficial para la posterior colocación de la cobertura final.
- Determinar el cierre por etapas de áreas específicas dentro del relleno: Describe el programa de operación que se aplicará durante las etapas activas y finales del relleno sanitario para lograr el cierre por etapas.
- Diseño del programa de manejo y control de aguas superficiales, incluyendo el diseño de sistemas superficiales de drenaje y el control de la erosión y de la sedimentación.
- Diseño del programa de manejo y control de la contaminación de aguas subterráneas para la modificación del nivel freático natural y del flujo de las aguas subterráneas donde sea necesario mitigar los impactos adversos del relleno sanitario.
- Diseño del programa de manejo y control de lixiviado.
- Diseño del programa de manejo y control del gas del relleno sanitario.
- Cálculo de costos para la construcción y la atención post-clausura (es decir, operación, mantenimiento y control a largo plazo).

5.10.1.2 Actividades de Pre-clausura (tres meses antes del cierre)

- Repaso y refinamiento del plan de cierre para la integridad del sistema de disposición final de residuos.
- Determinación de la fecha y hora de cierre.
- Notificar a la autoridad ambiental y entes reguladores del cierre del relleno.
- Establecer canales e instrumentos de notificación a los usuarios del relleno, mediante comunicación escrita, y al público en general.

5.10.1.3 Durante el Proceso de Cierre

- No permitir la entrada de vehículos para descargar residuos.
- Ubicar señales en la entrada del relleno, anunciando el cierre y el nuevo sitio o sistema de disposición final de residuos. Colocar cartelera de seguridad.
- Recolectar cualquier tipo de residuos, basura, escombros, dentro del área del relleno y disponerlos apropiadamente en celdas.
- Emplazar el material de cobertura sobre las celdas con residuos expuestos.

5.10.1.4 En el Post-cierre (tres meses después del cierre)

Se da un tiempo prudente, de unos tres meses, con el fin de terminar obras relacionadas con infraestructuras de manejo como por ejemplo:

- Completar el sistema de drenaje de aguas de escorrentía.
- Completar el sistema de manejo y control de lixiviados y gases.
- Construir estructuras adicionales para el monitoreo de aguas subterráneas.
- Instalar el sistema de instrumentación para determinar y monitorear los asentamientos, sobre presiones, deslizamientos y desplazamientos.
- Instalar la cobertura final de residuos.
- Establecer la cobertura vegetal y re-vegetación de la zona.

5.10.2 Características Operativas

5.10.2.1 Asentamientos

El asentamiento de los residuos sólidos en un relleno sanitario se manifiesta por una disminución, con el transcurso del tiempo, de la altura de la masa afectada y la posterior reducción de la elevación de la superficie del relleno sanitario. La tasa y la magnitud del asentamiento no es uniforme en función del tiempo. La falta de uniformidad puede ser una limitación grave en el uso del relleno sanitario clausurado.

En general, mientras más alta sea la concentración de los residuos sólidos orgánicos colocados en el relleno sanitario y mientras más profundo sea el relleno sanitario, mayor será el asentamiento. Si el grado de compactación y el tipo de residuos sólidos son similares, la tasa de asentamiento depende principalmente de la tasa de descomposición de los residuos sólidos y, en consecuencia, de los factores que influyen en la descomposición.

Las variaciones naturales de los factores anteriores y las grandes diferencias entre los procedimientos de operación encontrados en la práctica de los rellenos sanitarios producen igualmente amplias variaciones en la tasa de asentamiento.

En un país industrializado, el asentamiento total de un volumen de relleno sanitario terminado durante la vida del relleno sanitario, generalmente varía del 1% al 20% y en la mayoría de los casos está dentro de un intervalo entre 10% y 15%.

Generalmente, cerca del 90% del asentamiento total, se produce durante el primer año. En algunos sitios se ha informado que la tasa de asentamiento fue mayor durante el primer mes después que el relleno sanitario fue terminado, y fue pequeña y relativamente uniforme después del tercer mes.

Al considerar la influencia de las condiciones climáticas, en un relleno sanitario de 6 m de profundidad en una región de precipitación pluvial moderada (<1100

mm/año) y temperatura moderada, los asentamientos esperados estarán cerca del 20% después del primer año de finalización del relleno sanitario.

En comparación, un relleno sanitario de 23 m de profundidad en una región árida (<600 mm/año de lluvia) y temperatura algo cálida, sólo experimentan asentamientos de cerca del 3% en el tercer año después de la finalización del relleno sanitario.

En teoría no ocurriría ningún asentamiento físico si la densidad inicial sobrepasa los 1.060 kg/m³, sin embargo, es posible un asentamiento teórico del 40% debido a procesos de descomposición de los residuos sólidos. Se han medido tasas anuales de asentamiento de 0,55% a 4,7% en el caso de rellenos que han tenido una densidad original en el sitio de 650 a 1.200 kg/m³.

5.10.2.2 Capacidad Portante

El tema de sellado y reinscripción de rellenos sanitarios es de muy reciente preocupación, por lo cual no existen muchas experiencias que estén sustentadas en metodología o criterios de diseño muy probados que permitan determinar si los rellenos sanitarios ofrecen garantías desde el punto de vista de su capacidad portante para que se construya en ellos una vez finalizada la etapa de post-clausura.

La capacidad portante es la habilidad de apoyar fundaciones y equipo pesado, el estudio de esta propiedad incluye las relaciones de consolidación – tiempo – asentamiento. Aunque la capacidad portante de un relleno dependerá del funcionamiento del mismo durante su operación, del tipo de residuos dispuestos y de la profundidad de la masa de vertido. Se han informado valores típicos que van de 2,4 a 4,0 tn/m².

Esta capacidad portante baja puede ser superada aumentando el espesor de la cobertura final. Se recomienda que el espesor mínimo de la capa de cobertura final sea 1,5 veces del ancho de la fundación de las estructuras que se deseen construir en un relleno sanitario clausurado.

5.10.2.3 Nivelación Final

La nivelación final es el proceso de contornear y armonizar el terreno para crear las nivelaciones requeridas una vez que se completa y agota la vida útil del relleno. Los planes de nivelación final deben desarrollarse de acuerdo al diseño del drenaje del sitio, las medidas de control de la erosión y la configuración final del relleno. Los planes deben mostrar elevaciones del contorno de todas las zonas modificadas y deben establecer criterios para las pendientes mínimas y máximas en todas las áreas de corte y de relleno a fin de eliminar irregularidades superficiales, controlar escorrentías y prevenir el estancamiento del agua.

En el diseño y la construcción de los taludes, los ángulos naturales de reposo de los materiales, no deben excederse bajo ninguna circunstancia. En los taludes donde se colocarán sistemas de revestimiento o cobertura final, se debe considerar la estabilidad global y del revestimiento (capacidad de los materiales instalados para no deslizarse). Bajo condiciones típicas, los taludes de suelo son estables a 1(vertical): 3 (horizontal). Además, deben realizarse análisis de estabilidad de los taludes cuando sea necesario, para determinar factores de seguridad.

5.10.3 Cobertura Final

Con respecto a la disposición final de residuos sólidos en rellenos sanitarios, la cobertura final es el único método para limitar la generación de lixiviados, y por lo tanto para evitar la contaminación potencial de las aguas subterráneas. La cobertura final se usa para limitar el flujo de agua dentro del relleno sanitario de las fuentes naturales externas (por ejemplo, precipitación pluvial), un buen sistema de cobertura final también sirve para reducir el tiempo y el gasto relacionados con el cuidado a largo plazo, y para reducir los impactos ambientales negativos, mientras que, al mismo tiempo, promueve el uso productivo del relleno sanitario clausurado y de su entorno.

La cobertura final del relleno sanitario (también llamada capa final) tiene varios propósitos, a saber:

- Proporcionar una barrera física sobre los residuos sólidos enterrados, y prevenir así el contacto humano, minimizar los problemas relacionados con vectores y servir para el control de los malos olores.
- Controlar la erosión que podría exponer a los residuos sólidos.
- Reducir la cantidad de infiltración que contribuye a la generación de lixiviado.
- Proporcionar una base para la posible reutilización del área de relleno sanitario.

Un sistema de cobertura final contiene dos capas: una superficial (o apoyo del material vegetal) y una capa de barrera hidráulica. La capa superficial o para vegetación tiene una cobertura con especies vegetales que promueven la evapotranspiración y ayudan a controlar la erosión por el viento y el agua. Debajo de la capa superficial se encuentra la capa de barrera hidráulica, que consta de un suelo de baja permeabilidad, lo que impide la infiltración del agua proveniente de la capa superficial que no se perdió en la escorrentía o evapotranspiración y que también mantiene el agua para su eventual evapotranspiración.

5.10.4 Lixiviados y Gases

5.10.4.1 Lixiviados

En un relleno sanitario clausurado el lixiviado se genera por dos rutas principales:

- 1) El tránsito de agua infiltrada de la superficie a través de los residuos sólidos,
y
- 2) El contacto de fuentes de agua subterránea con los residuos sólidos enterrados.

La primera de estas vías ocurre, con variantes, en todos los sitios pero será mayor cuando la cantidad de lluvia es elevada y la cobertura es relativamente permeable o falta por completo. La segunda vía ocurre cuando los residuos sólidos se han colocado en contacto directo con el agua o debajo del nivel de las aguas subterráneas. Cabe aclarar acá que ninguna de estas dos situaciones se aplican al Centro Ambiental El Borbollón.

En el caso de los residuos sólidos enterrados que no están en contacto con aguas subterráneas, la formación de lixiviado puede mitigarse con una cobertura adecuadamente diseñada y construida. La mejor opción para prevenir la excesiva formación de lixiviados es instalando una buena capa de cobertura final en el relleno ya clausurado.

Las opciones disponibles para controlar la generación y la migración de lixiviado, se resumen en las **Tabla 59** y **Tabla 60** respectivamente.

Tabla 59: Opciones para controlar la generación de lixiviado

Técnicas	Funciones/Descripción	Aplicaciones/Restricción
Cobertura	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce la cantidad de lluvia que se infiltra en los residuos sólidos y por lo tanto reduce la cantidad de lixiviado generado. • La capa de barrera impermeable se coloca junto con otras capas del sistema total de cobertura 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicable a rellenos sanitarios clausurados o a áreas de rellenos sanitarios en funcionamiento. • La cobertura debe incluir sistemas de ventilación del gas del relleno y protección del control de erosión.
Barreras Impermeables	<ul style="list-style-type: none"> • Localizadas en la pendiente ascendente o alrededor del perímetro del relleno sanitario. • Previene el movimiento de aguas subterráneas no contaminadas hacia los residuos sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicable a rellenos sanitarios ubicados en terrenos con aguas subterráneas cerca de la superficie. • Las barreras deben ser lo suficientemente profundas para asegurar que el agua subterránea no pueda pasar por debajo de la barrera y fluir hacia los residuos sólidos. • Serán más efectivas si pueden construirse sobre suelo de baja permeabilidad.

Técnicas	Funciones/Descripción	Aplicaciones/Restricción
Bombeo de agua subterránea	<ul style="list-style-type: none"> • Localizado pendiente arriba del relleno sanitario. • Reduce el nivel de agua por debajo del nivel de los residuos sólidos. • Se usan pozos profundos de extracción, que permiten a su vez abastecer de agua a los sectores de instalaciones complementarias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicable a rellenos sanitarios ubicados sobre sistemas de aguas subterráneas. • Pueden ser efectivos en áreas de descargas de aguas. • Se requiere de un área de descarga para el agua subterránea bombeada.

Tabla 60: Opciones para controlar la migración del lixiviado

Técnicas	Funciones/Descripción	Aplicaciones/Restricción
Barreras Impermeables	<ul style="list-style-type: none"> • Previene la migración de lixiviado del sitio. • Se usan revestimientos de membrana flexible, zanjas y cortinas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se colocan alrededor del perímetro del relleno sanitario. • Sólo son efectivas contra el flujo subsuperficial del lixiviado. • Deben combinarse con algún sistema de colección para remover el lixiviado generado dentro del relleno sanitario.
Drenajes subsuperficiales	<ul style="list-style-type: none"> • Recolecta el lixiviado que migra del relleno sanitario por debajo de la superficie o a través de filtraciones sobre la superficie. • Comúnmente consta de zanjas dispuestas con tuberías perforadas, rellenas con grava y revestidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se colocan alrededor del perímetro del relleno sanitario o en la base de pendientes con filtraciones de lixiviados. • El lixiviado debe transportarse al sistema de tratamiento.
Zanjas	<ul style="list-style-type: none"> • Recolectan las filtraciones superficiales de lixiviado 	<ul style="list-style-type: none"> • Se construyen en la base de las filtraciones de lixiviado. • El lixiviado debe transferirse al sistema de tratamiento. • La acequia debe revestirse. • Solo es útil para un control temporal.

5.10.4.2 Gases

En la mayoría de los sitios donde se han enterrado residuos sólidos orgánicos, la cantidad de gas que se genera presenta problemas potenciales. A menudo, el gas sube a través del relleno sanitario y se dispersa en la atmósfera. Sin embargo, si nada impide el flujo de gas a la superficie, migrará hacia donde haya menor resistencia hasta llegar a la atmósfera. Las barreras físicas como los suelos y los sistemas de cobertura final de baja permeabilidad pueden conducir a la migración no deseada del gas, a menos que se proporcionen medidas específicas para controlar su emisión.

La migración incontrolada de gas puede dar lugar a su acumulación en las estructuras que están dentro o cerca del sitio de disposición final. Se requerirán acciones correctivas apropiadas donde haya concentraciones de gas que constituyan un riesgo de explosión potencial o cuando los olores de gas nocivo estén presentes.

Estas pueden incluir medidas de control pasivas, como respiraderos y barreras, o medidas de control activas, como la ventilación forzada y los sistemas de tratamiento de gas. En la **Tabla 61** se describen las opciones para corregir los problemas de migración del gas.

Tabla 61: Opciones para controlar la migración del gas del relleno sanitario

Técnicas	Funciones/Descripción	Aplicaciones/Restricción
Tuberías de Ventilación	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una ruta para que el gas del relleno sanitario salga a la atmósfera o a la cabeza de la tubería de quema o recuperación. Se usan tuberías perforadas verticales u horizontales en zanjas rellenadas con grava. 	<ul style="list-style-type: none"> Localizadas alrededor del perímetro del relleno sanitario. El sistema activo es más efectivo que el pasivo, para controlar la migración lateral. Se requiere control, para asegurar la eficiencia del sistema.
Zanjas de Ventilación	<ul style="list-style-type: none"> Brindan una ruta de flujo para que el gas del relleno sanitario salga a la atmósfera o al sistema de colección de gas. Se usan zanjas angostas rellenadas con grava. Deben combinarse con barreras impermeables en la pared externa de la zanja. 	<ul style="list-style-type: none"> Localizadas alrededor del perímetro del relleno sanitario. Puede tratarse de una ventilación libre o parte de un sistema de colección. Puede ser pasivo o activo, siendo el activo el más efectivo. La profundidad debe ser 0,60m por debajo del nivel freático, de la capa de baja permeabilidad, o de la base del relleno sanitario (la que fuera más superficial).
Barreras Impermeables	<ul style="list-style-type: none"> Previenen la migración lateral del gas del relleno sanitario. Se usan revestimientos de membrana flexible, zanjas o arcilla. 	<ul style="list-style-type: none"> Localizadas alrededor del perímetro del relleno sanitario. Requieren la misma profundidad que las zanjas de ventilación. Deben ser combinadas con sistemas de ventilación para ser efectivas. Requieren control.
Quema	<ul style="list-style-type: none"> Oxida los gases volátiles y olorosos a compuestos no olorosos. Se usan señales en los puntos de combustión controlados. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicable a rellenos sanitarios que generan niveles molestos de gases olorosos. En necesario mantener señales. El metano debe estar presente en el gas para facilitar la combustión.

5.10.5 Vegetación

Para este propósito, se seleccionan las especies para un uso determinado. La altura del material de cobertura, o tierra de cubrimiento no debe ser menor de 0.60m, de profundidad si se colocaran rastreras y de 0.90m para arbustos y algunos árboles.

Se establece un programa que estudie el poder de corrosión, el material de cobertura o tierra en las celdas de rellenos recientemente cubiertos que deberá ser estabilizado.

Se debe determinar la presencia y concentración de nutrientes, antes o durante el proceso de instalación de la cobertura vegetal, y durante las pruebas y experimentos de la altura adecuada de material de cobertura. Deben hacerse pruebas de pH, macronutrientes (nitrógeno, potasio y fósforo principalmente), conductividad, densidad y materia orgánica. La tierra de cobertura frecuentemente se compacta con el equipo de compactación del relleno durante el proceso de extendido del material y su colocación, ello puede restringir severamente el crecimiento de la raíz de la planta respectiva.

El material de cobertura se debe enmendar especialmente en el área de plantación o de manejo de cobertura vegetal, esto se hace mediante la adición de cal, fertilizantes y/o materia orgánica según los resultados de laboratorio del material a utilizar, lo cual se hace antes de plantar. Los materiales para enmendar deben incorporarse en la parte superior del material de cobertura hasta una altura no mayor a 0,15 m.

La selección de especies para vegetar el relleno se debe hacer privilegiando aquellas que son tolerantes a las basuras. Usualmente se deben realizar estudios piloto, en parcelas experimentales, en las que se ensayen con diferentes especies de pastos y rastreras, y distintos tipos de coberturas. Se evalúan los resultados de las parcelas experimentales y se escogen las especies exitosas.

La plantación de pastos y arbustos sobre el material de cobertura, generalmente se hace empotrando la semilla en la tierra. También puede hacerse con la siembra de árboles juveniles y con la colocación de champas.

El desarrollo y crecimiento de arbustos, debe ser vigilado, estos no deben colocarse en uno o dos años, si al observar el césped plantado este no crece. Esto se explica por los gases, si estos no crecen, menos crecerán especies que tengan raíces profundas.

5.10.6 Uso final

Los rellenos sanitarios clausurados constituyen tanto un recurso potencial como una fuente potencial de problemas. Son un recurso potencial porque su superficie puede usarse en beneficio de la comunidad y es una fuente potencial de problemas por su contenido, así como por el riesgo de que los residuos sólidos migren fuera

de los límites del relleno sanitario. Las limitaciones principales que los rellenos sanitarios clausurados traen al desarrollo de los sitios donde están ubicados son:

- La necesidad de preservar la integridad de la cobertura final del relleno sanitario.
- Los riesgos del gas del relleno sanitario, y
- La probabilidad de asentamientos diferenciales que puedan dañar la estructura de las edificaciones construidas sobre el relleno.

Estas limitaciones dependerán de varios factores, incluyendo los tipos de residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario, la edad del relleno, el grado de compactación, el clima, entre otros. En general, los rellenos sanitarios relativamente nuevos, con generación importante de metano y progresiva sedimentación, no serán buenos candidatos para la reutilización. Los rellenos sanitarios más antiguos, que han alcanzado una estabilidad relativa, en cuanto a generación de gas y compactación de residuos sólidos, serán más viables para proyectos de desarrollo.

A pesar de las limitaciones y de los riesgos mencionados anteriormente, se han usado muchos sitios de disposición final para diversas funciones, algunos con éxito y otros con consecuencias desafortunadas. Los rellenos sanitarios clausurados se usan generalmente para:

- Áreas de recreación pasivas o espacios abiertos: parques, áreas verdes, granjas experimentales, viveros, cría de animales, entre otros.
- Usos de recreación activa: campos de atletismo o de golf.
- Desarrollo comercial: áreas de almacenamiento, lotes para estacionamiento de vehículos, edificios livianos de metal.
- Desarrollo residencial: viviendas convencionales, departamentos.

Debido al riesgo de explosión por acumulación del gas del relleno sanitario en los espacios cerrados, las viviendas residenciales y los edificios de oficinas comerciales no deben ser considerados, salvo sobre rellenos sanitarios estabilizados. Aun así, se debe tener sumo cuidado de proveer la ventilación y el control del gas, así como un adecuado diseño de estructuras.

Las opciones más seguras para el desarrollo posterior de sitios de disposición final, son las áreas de recreación, pasivas o activas.

El uso agrícola también puede ser factible, pero la calidad de la capa superficial del suelo y las capas del subsuelo del relleno sanitario quizás no sean apropiadas para cultivos productivos. En muchos casos, el riego no sería práctico, y la carga de agua adicional podría comprometer la cobertura final.

A continuación se consigna un resumen de criterios básicos para planificar el uso de un sitio de disposición final luego de la clausura.

- Los temas principales a considerar en la reutilización de los sitios de disposición final son:
 - Riesgos por acumulación de metano en espacios confinados (potencial explosivo).
 - Producción de gas con olores desagradables.
 - Asentamiento diferencial.
 - Baja resistencia de carga de los rellenos sanitarios.
 - Aceptación pública.
- El enfoque más seguro es esperar hasta que la masa del relleno sanitario haya logrado completa estabilidad estructural y bioquímica. Un período de tiempo sustancial podría ser requerido para llegar al grado de estabilidad que es necesario para ciertos tipos de usos.
 - En todos los casos, la reutilización del sitio debe estar diseñada para preservar la integridad y la función de todos los sistemas del relleno sanitario, especialmente la cobertura final y el revestimiento de la base.
 - Los usos que no requieren la construcción de edificios en un relleno sanitario terminado plantean menores riesgos que los usos que sí los incluyen. Los usos de riesgos relativamente menor incluyen los espacios recreativos abiertos, los parques, los campos de golf y la agricultura.
 - Cualquier uso recreativo, tal como un parque o campo de juego, debe asegurar que las emisiones de gas se controlen o disminuyan suficientemente para no plantear un riesgo significativo de explosión o riesgo a la salud y a la seguridad humana.
 - Aunque el gas del relleno sanitario quizás no siempre represente un riesgo a la salud o la seguridad pública, puede frenar el crecimiento de vegetación.
 - Los usos que requieren riego tienen el potencial de aumentar la generación de lixiviado y se les debe brindar mucha atención si éste constituye un problema.
 - Un relleno sanitario clausurado representa una propiedad potencial valiosa, especialmente en las zonas urbanas.
 - El propietario del sitio puede desear desarrollar la propiedad con algún tipo de edificio en lugar de desarrollar espacios abiertos. Sin embargo, la construcción en los rellenos sanitarios es problemática por las siguientes razones:
 - La baja resistencia de carga de los residuos sólidos, 25 a 40 kg/m².

- Es común que los RSU se reduzcan entre 10% a 30% de su volumen original debido a los asentamientos.
- Las cargas inducidas, en muchos casos, aumentarán el grado y la tasa de asentamiento.
- Existen posibles técnicas especiales de diseño para reducir o para superar los efectos del asentamiento del relleno sanitario. El método más confiable consiste en colocar pilotes a través de los residuos sólidos, apoyados sobre la base geológica que está por debajo del relleno sanitario. Sin embargo, los pilotes de acero y concreto, pueden deteriorarse por los productos químicos de los residuos sólidos.
- Si el relleno sanitario tiene revestimiento de la base y un sistema de colección de lixiviado, los pilotes los interrumpirán.
- Los pilotes también pueden dañar el sistema de cobertura final. Se debe considerar el mantenimiento de un buen sello alrededor de los pilotes para prevenir la infiltración de agua y la ventilación no deseada del gas.
- El asentamiento diferencial también puede afectar la integridad física y las instalaciones del servicio de electricidad, agua, desagüe y gas que pasan debajo del relleno sanitario.
- Cualquier excavación en el relleno sanitario debe hacerse con precaución, ya que puede haber emisión de gas con olor repugnante (a veces tóxico) y explosiones. Además las pendientes alrededor de las excavaciones pueden ser inestables.

5.11 Conclusiones y recomendaciones

El proyecto de construcción del Centro Ambiental El Borbollón un constituye una obra de saneamiento, que resulta de interés e impacto positivo sobre la salud pública y de desarrollo de las actividades económicas de la región. La instalación adecuada del proyecto y de las medidas no estructurales, complementarias al mismo, permitirán considerar la remediación de las áreas impactadas actualmente por basurales a cielo abierto y contribuirán a implementar adecuadamente políticas públicas de minimización y clasificación en origen de los residuos sólidos urbanos que se generan en la Zona Metropolitana de Mendoza.

No es esperable que la implantación de esta obra produzca modificaciones de magnitud en el funcionamiento habitual de los procesos naturales climáticos, hidrológicos o bióticos, excepto los impactos localizados, derivados de la instalación de las estructuras necesarias para el desarrollo del proyecto, que se

ubicarán en áreas que actualmente se encuentran ya profundamente modificadas por acciones antrópicas anteriores.

De los análisis realizados precedentemente, se pueden inferir las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- El sitio seleccionado para la implantación del proyecto, surge como el más adecuado por sus condiciones socioambientales.
- La implantación del Centro Ambiental, constituye una importante mejora en la calidad de vida y la salud pública de los pobladores de la región.
- La falta de sustentabilidad de la actual gestión de RSU, debido a la presencia de basurales a cielo abierto, en distintos Departamentos de la zona de estudio, se verá positivamente mejorada por la realización de este proyecto para el tratamiento y disposición final ambientalmente adecuada de los RSU.
- Es importante destacar, que los impactos durante la etapa de operación, analizados precedentemente, resultan reversibles y manejables, como se puede observar a través del *Plan de Manejo Ambiental* desarrollado, con mínimos niveles de inversión, siempre y cuando sean desarrollados en un todo de acuerdo con la metodología operativa propuesta en el proyecto; y cuando no se modifiquen las condiciones de la zona. Se ha observado que la situación “con proyecto” presenta un porcentaje bajo de impacto negativo, debido a la zona de ubicación, la calidad del diseño y las medidas de protección ambiental adoptadas.
- La generación de residuos sólidos y las soluciones adoptadas para su disposición final, han dejado de ser en el presente sólo un problema de ingeniería ambiental, sino que se ha transformado cada vez más, en un problema político y social, debido a presencia de personas que desarrollan tareas de clasificación y recuperación de residuos en los actuales basurales a cielo abierto existentes en la zona. Este proyecto permitirá que estas personas sean incluidas dentro del proyecto y/o reubicados en otras labores, según lo previsto en el *Plan de Inclusión Social* que incluye el *Proyecto para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para la Zona Metropolitana de Mendoza*.
- Las tecnologías constructivas utilizadas para la construcción del módulo para la disposición final de RSU, resultan de última generación, respecto de las utilizadas a nivel internacional. Este módulo cuenta con un doble sistema de impermeabilización de base, como así también con sistemas para la extracción y tratamiento de líquidos lixiviados y gases del relleno.
- Se ha determinado que el módulo de disposición final de RSU funcione como un biorreactor, mediante la reinyección de los lixiviados que se

extraigan. Esta medida se adoptó por ser recomendada como una de las mejores prácticas de disposición a nivel internacional y debido a que resulta sencilla de llevar adelante y no necesita mano de obra especializada. Esto garantizará una mayor velocidad de estabilización de los residuos dispuestos, y por ello menor riesgo potencial de contaminación a futuro. Esta metodología, minimiza la generación de lixiviados, y aumenta la tasa de descomposición de la fracción orgánica de los residuos, minimizando a su vez la generación de biogás.

- El proyecto del Centro Ambiental es de tipo integral, incluyendo no sólo la disposición final de los residuos, sino también una Planta de Separación y recuperación de materiales y un sistema de tratamiento biológico (compostaje). De este modo se logra cumplir con varios objetivos, como son: aumentar la vida útil del módulo de disposición final, generar nuevos puestos de trabajo y obtener un potencial retorno por la venta del material separado. Se propone de esta forma, un sistema modelo de gestión de RSU para la región. Este sistema se verá optimizado, con el desarrollo de las demás acciones de fortalecimiento de la GIRSU previstas en el *Proyecto para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para la Zona Metropolitana de Mendoza*, que abarcarán además de los aspectos técnicos y ambientales evaluados; aspectos legales, institucionales, sociales, económicos y de comunicación.
- Con la puesta en marcha del Centro Ambiental El Borbollón, se llevará a cabo el pesaje y control de los residuos en forma sistemática, de modo tal de poder contar con registros de datos fehacientes sobre la generación real de residuos de la región (que actualmente no existe), que permita establecer pautas a futuro sobre la gestión de los RSU. Por otra parte, se desarrollará el control de carga, de modo de garantizar que solamente serán dispuestos en el relleno, residuos domiciliarios o residuos asimilables a urbanos.
- De las características de los parámetros ambientales del área de influencia directa del proyecto, se concluye que el impacto a provocar en el entorno por la construcción y operación del Centro Ambiental será bajo. De todos modos, se utilizará un cerco perimetral para delimitar la zona de trabajo y se colocará una barrera forestal que amortiguará posibles impactos en el entorno inmediato.
- Dentro del *Plan de Manejo Ambiental*, se ha previsto un *Programa de Monitoreo Ambiental*, para la protección de la salud pública y el ambiente, mediante la pronta detección de posibles descargas y/o fugas de sustancias potencialmente contaminantes.
- Se deberá desarrollar una sistema articulado para el control y monitoreo del funcionamiento del Centro Ambiental, con evaluaciones ambientales independientes y periódicas, exigiendo el cumplimiento de los Programas

de seguimiento y control y de monitoreos previstos, con la realización de auditorías externas desarrolladas por el Consorcio Regional y el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales, con programas de cierre de basurales que sean de público conocimiento y sus resultados sean de acceso libre. Esto dará una imagen de transparencia y creará las condiciones, para la participación constructiva de la comunidad.

6. DOCUMENTO DE SÍNTESIS

6.1 Marco General del Proyecto

El manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), constituye una preocupación prioritaria en distintos ámbitos sociales y políticos del país, debido a los potenciales efectos perjudiciales sobre la salud y la calidad de vida de la población, como así también sobre el medio ambiente.

Teniendo en cuenta esta premisa, el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales de la Provincia de Mendoza, en forma conjunta con la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación, encaran el **Proyecto de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) para la Zona Metropolitana de la Provincia de Mendoza**.

A su vez, este proyecto se enmarca en el Plan Provincial de Residuos Sólidos Urbanos de la Provincia de Mendoza, el cual tiende a la implementación de la Gestión Integral de estos residuos, en todo el territorio provincial, cuyas acciones ya han sido desarrolladas en otros sectores de la provincia, y que tiene como objetivo prioritario: la reducción, el reciclado, el compostaje, la construcción de rellenos sanitarios como centros de disposición final ambientalmente adecuado y socialmente aceptable, y el cierre de los basurales a cielo abierto.

En función de estos objetivos se proyectó el **Centro Ambiental “El Borbollón”**, el cual constará de una Planta de Separación de RSU y Relleno Sanitario, y cuya Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se desarrolló en el presente documento.

El Centro Ambiental “El Borbollón” se localizará en el Departamento de las Heras y el diseño de las instalaciones fue proyectado en un predio colindante al actual Vertedero Controlado de disposición final de RSU. De este modo las obras diseñadas no afectarán de manera negativa áreas pobladas circundantes, áreas naturales protegidas, ni hábitats sensibles, dado que se trata de una ampliación y mejora de las instalaciones existentes.

Además, este proyecto incluye la remediación de los actuales basurales a cielo abierto de Campo Papa (Godoy Cruz), Puente de Hierro (Guaymallén) y Campo Cacheuta (Luján de Cuyo), tarea que se llevará a cabo luego de que el Centro Ambiental “El Borbollón” se encuentre en funcionamiento.

6.2 Descripción del proyecto Centro Ambiental El Borbollón

6.2.1 Localización

Este proyecto se circunscribe a dar solución a la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, para la Zona Metropolitana de la Provincia de Mendoza. En la **Figura 31**, se presenta la localización de esta área en el contexto nacional y provincial.

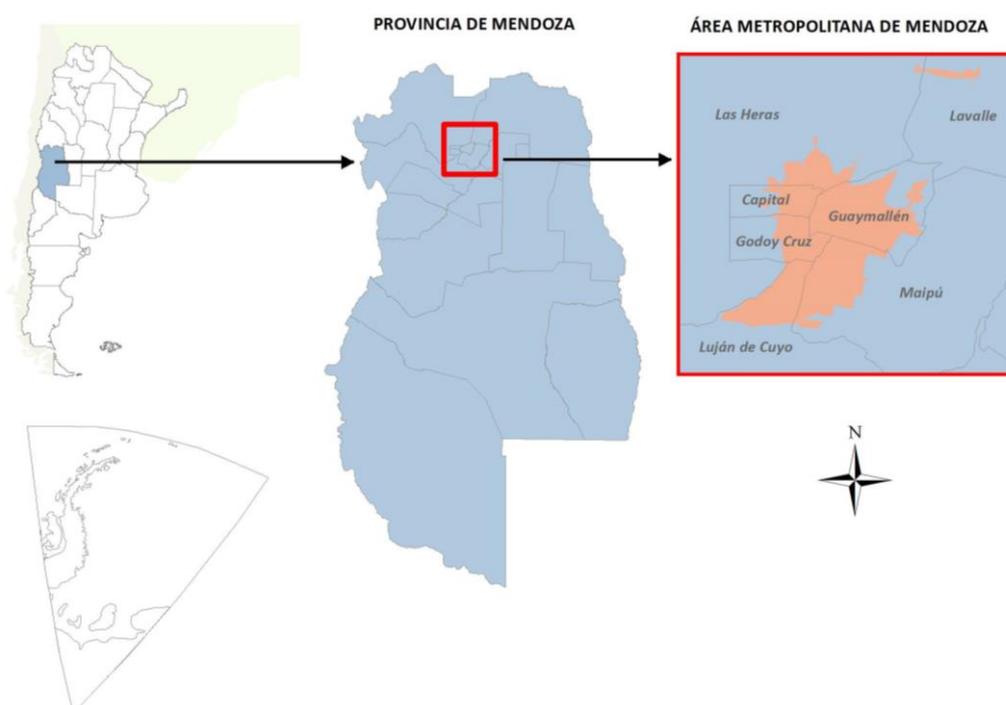


Figura 31: Ubicación de la Zona de Estudio

La **Provincia de Mendoza** se sitúa en la región cuyana, en el sector centro oeste de la República Argentina. Limita al norte con San Juan; al este, con San Luis y La Pampa; al sur, con La Pampa y Neuquén y, al oeste, con la República de Chile. Su territorio se encuentra entre los paralelos 31° 58' y 37° 33' de latitud sur y los meridianos 66° 30" y 70° 36; de longitud oeste. Su superficie es de 148.827 km² de superficie (4% de la superficie total del país). Esta Provincia está integrada por dieciocho Departamentos, incluyendo su Ciudad Capital.

El clima mendocino es árido y continental. Las precipitaciones son escasas, por lo que en las principales ciudades se ha construido una red de riego urbano, a través de un sistema de acequias y canales, que cumplen a su vez una función de contención y desagüe aluvional. La época del año más lluviosa es el verano, con temperaturas medias por encima de los 25°C. El invierno es frío y seco, con temperaturas medias por debajo de los 8°C.

Las principales actividades económicas son la vitivinicultura y la explotación petrolera, que incluye extracción y refinación. Tienen relevancia también otros cultivos como son el olivo, frutas de carozo, vid y ajo.

Además Mendoza se ha convertido en las últimas décadas, en un destino turístico significativo dentro de Argentina. Una encuesta sobre el Turismo y caracterización del Turista en Mendoza realizado por la Dirección de Estadística e Investigaciones Económicas de la Provincia, revela que el turismo internacional es el que presenta mayor importancia relativa.

El mayor caudal proviene del país vecino de Chile. Los turistas argentinos representan en promedio el 36 % y son en su mayoría provenientes de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe. Los turistas del resto del mundo adquieren mayor importancia relativa durante el verano atraídos por deportes extremos. En el caso de los argentinos los principales motivos de visita a la provincia son: Turismo (65 %); eventos y congresos (14 %) y visita a familiares y amigos (12%).

La **Zona Metropolitana** de la Provincia de Mendoza, esté integrada por los Departamentos de Capital, Guaymallén, Godoy Cruz, Las Heras, Maipú, Lavalle y Luján de Cuyo. Esta región constituye un importante centro de atracción turística y universitaria.

En cuanto al perfil socioeconómico de la zona de estudio, el 50% de la población, pertenece a la clase media y un 11,3% se encuentra en situación de necesidades básicas insatisfechas, según datos del IDEC.

La Zona Metropolitana posee alta cobertura de red cloacal y agua, encontrándose los porcentajes de cobertura más altos en la Ciudad de Mendoza. La red vial está atravesada por dos Rutas Provinciales: RNN^º40 que recorre la provincia del Norte a Sur, vinculando a todos los departamentos del área, y RNN^º7 con eje Este-Oeste, que vincula la zona de estudio con la zona este de la Provincia.

6.2.2 Población y generación de residuos

En el año 2010 la Zona Metropolitana contaba con una población de 1.123.371 habitantes, que actualizados a 2014 son aproximadamente 1.139.548 (datos obtenidos de las proyecciones de población efectuadas).

Así, la cantidad de los residuos sólidos urbanos a gestionar en el Centro Ambiental El Borbollón, se calculó en función de la población proyectada (población estable más población turística o flotante), para el período (2010-2035). En la **Tabla 62** se agregan los resultados de generación de RSU para la región obtenidos.

Tabla 62: Generación de RSU – Zona Metropolitana

Año	Población Servida Estable	PPC	Población Flotante	PPC (flotante)	Total residuos (tn/día)
2010	1.000.848	1,18	24.234	0,75	1.199
2014	1.003.130	1,18	31.812	0,75	1.208
2015	1.182.749	1,18	33.482	0,75	1.421
2016	1.194.625	1,18	34.971	0,75	1.436
2017	1.206.500	1,18	36.462	0,75	1.451
2018	1.218.376	1,18	38.410	0,75	1.466
2019	1.230.252	1,18	39.656	0,75	1.481
2020	1.242.127	1,18	40.845	0,75	1.496
2021	1.254.003	1,18	42.334	0,75	1.511
2022	1.265.879	1,18	43.824	0,75	1.527
2023	1.277.754	1,18	45.317	0,75	1.542
2024	1.289.630	1,18	46.890	0,75	1.557
2025	1.301.506	1,18	48.129	0,75	1.572
2026	1.313.381	1,18	49.631	0,75	1.587
2027	1.325.257	1,18	51.149	0,75	1.602
2028	1.337.132	1,18	52.656	0,75	1.617
2029	1.349.008	1,18	54.166	0,75	1.632
2030	1.360.884	1,18	55.521	0,75	1.647
2031	1.372.759	1,18	57.011	0,75	1.663
2032	1.384.635	1,18	57.331	0,75	1.677
2033	1.396.511	1,18	59.994	0,75	1.693
2034	1.408.386	1,18	61.487	0,75	1.708
2035	1.420.262	1,18	62.982	0,75	1.723

FUENTE: Elaboración propia

6.2.3 Descripción de las obras a construirse

La ubicación del Centro Ambiental, fue analizada en el “Informe 1: Estudio de Diagnóstico del Proyecto para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos - Zona Metropolitana – Provincia de Mendoza” presentado por el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales ante la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación (2013).

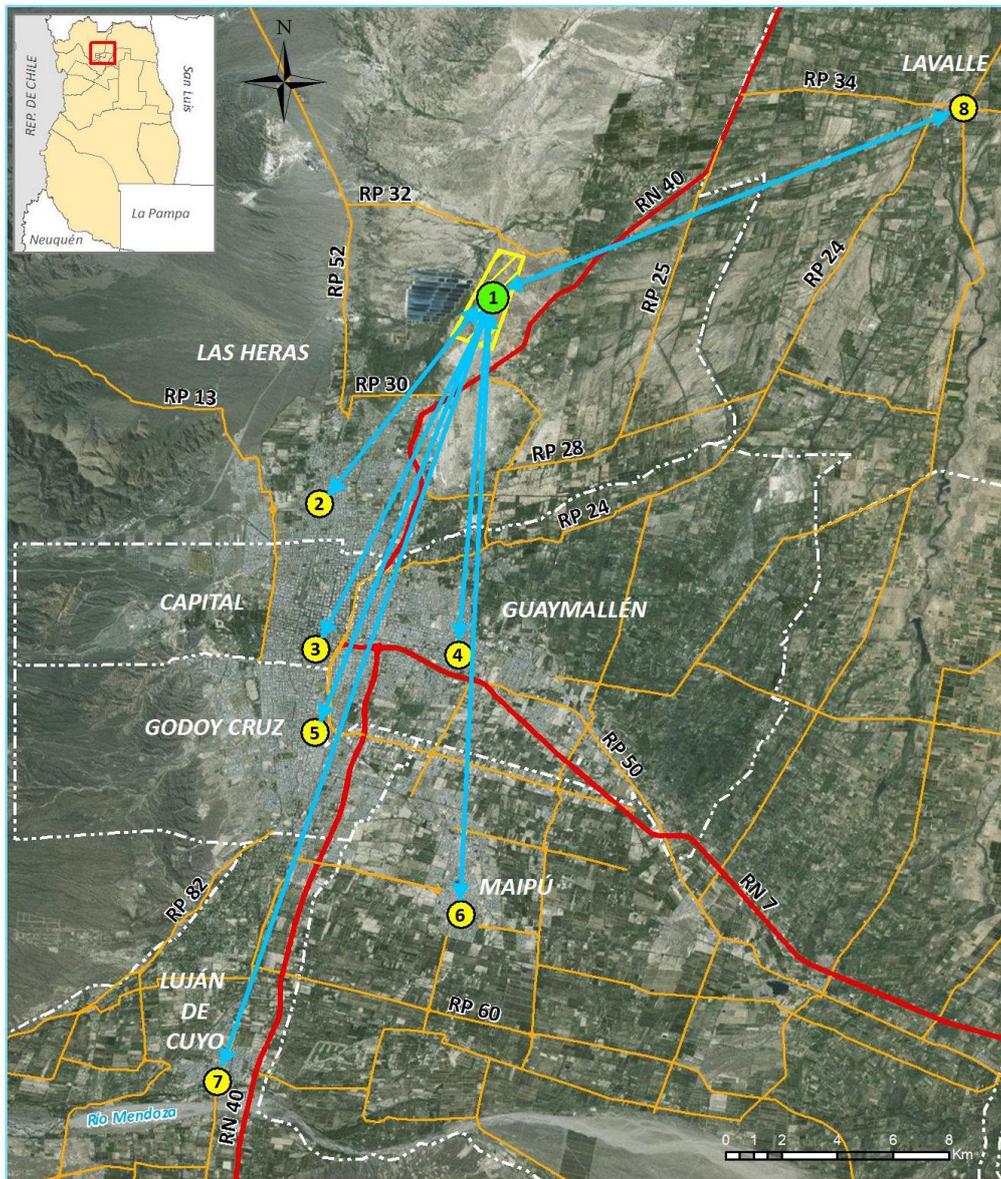
Para la selección del sitio para la implantación de Centro Ambiental se realizó la comparación entre dos posibles predios, uno localizado en el Departamento de Las Heras y otro en el Departamento de Luján de Cuyo. Para la selección del sitio más adecuado, se evaluaron: 1) Factores Territoriales, 2) Factores hidrogeológicos, y 3) Factores relativos al transporte.

La selección se efectuó en base a la consideración integral de todos los factores considerados. Dado que cada uno de ellos pesa diferencialmente en la decisión, se adoptó una regla de ponderación por grupos de factores. Luego de las ponderaciones correspondientes se concluyó que el sitio más apropiado desde los puntos de vista técnico, económico, ambiental y social para la localización del Centro Ambiental es el ubicado en el Departamento de Las Heras.

El Centro Ambiental El Borbollón, por lo tanto, se emplazará en un predio de propiedad fiscal de **428,47 hectáreas**, ubicado en el Departamento de Las Heras, Distrito Capdevila, cuya identificación catastral es Lote 03-01-88-2300-730179.

Este terreno posee las condiciones necesarias para la instalación de un Relleno Sanitario y Planta de Separación, según los estudios geológicos e hidrogeológicos realizados, y posee como principales ventajas, el hecho de encontrarse en una zona destinada a usos industriales (según Ordenanza N° 104/88 de Usos del Suelo del Municipio de Las Heras).

Al predio se accede a través de la Ruta Nacional N° 40, y existe la disponibilidad del servicio eléctrico sobre esta ruta. Se encuentra ubicado a una distancia aproximada de 10 Km del centro urbano más cercano que es el conglomerado urbano del Departamento de Las Heras. Se agrega la **Figura 32**, donde se pueden observar las localizaciones de las distintas cabeceras municipales con relación al sitio de disposición final y contiene también un cuadro, indicando las distancias desde el predio hasta cada uno de los centros urbanos de los Municipios de la Zona de Estudio.



- 1** Terreno Centro Ambiental
- 2** Cabecera Departamental
- 2** Las Heras
 - 3** Capital
 - 4** Guaymallén
 - 5** Godoy Cruz
 - 6** Maipú
 - 7** Luján de Cuyo
 - 8** Lavalle
-  Límite Departamental
 Ruta Nacional
 Ruta Provincial

Distancias al Terreno	Puntos Cabeceras	Distancia lineal (km)	Distancia por ruta (km)
	1 - 2	9,5	13,4
	1 - 3	14	17,7
	1 - 4	12,7	20,9
	1 - 5	17	19,7
	1 - 6	22	31,4
	1 - 7	30	34,5
	1 - 8	18	26,8

Elaboración cartográfica: SLAT

Figura 32: Localización del Centro Ambiental respecto a zonas urbanas

Por otra parte, y con relación a la disposición final actual de los residuos en la zona de estudio, es importante indicar que los actuales predios de disposición final de RSU se encuentran en malas condiciones sanitarias, con quema de residuos, alto impacto visual por la voladura de los materiales livianos en la zona periférica a cada basural y situaciones extremas para las personas que allí realizan trabajo

informal. No se controla el ingreso de las aguas de lluvia, ni de las aguas de escorrentía superficial, ni de lixiviados. Tampoco disponen de sistema de venteo de biogás, por lo que los gases migran sin control. Su estado y operatoria lo ubican en la clasificación de “basural a cielo abierto”. Estos sitios se encuentran con condiciones tales que requieren del inmediato cese del ingreso de RSU, y la posterior clausura y remediación del sitio.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta un resumen de la actual situación de disposición final de residuos en la Zona Metropolitana.

Tabla 63: Características actuales de la Disposición Final de la Zona Metropolitana

Municipios	Tipo de Disposición		Sitio de disposición
	Controlada (%)	Basural a cielo abierto	
CAPITAL	100%	0%	Vertedero Controlado de Las Heras
GODOY CRUZ	22%	78%	Vertedero Controlado de Las Heras. Basural a cielo abierto de Campo Papa (Godoy Cruz)
GUAYMALLÉN	18%	82%	Vertedero Controlado de Las Heras. Basural a cielo abierto de Puente de Hierro (Guaymallén.
LUJÁN DE CUYO	0%	100%	Basural a cielo abierto de Campo Cacheuta (Luján). Basural a cielo abierto de Chacras de Coria (Luján)
LAS HERAS	100%	0%	Vertedero Controlado de Las Heras.
MAIPÚ	36%	64%	Vertedero Controlado de Las Heras. Planta de Separación de Maipú. Basurales a cielo abierto en Maipú.
LAVALLE	100%	0%	Vertedero Controlado de Las Heras.

FUENTE: Proyecto Gestión Integral de RSU Zona Metropolitana de Mendoza
Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales

De los valores expuestos precedentemente se concluye que, de la totalidad de los residuos que se generan en el Área de Estudio sólo en 46% tienen disposición controlada, el resto se dispone en forma incontrolada en Basurales a Cielo Abierto.

De la caracterización de los basurales existentes en la región, surgieron tres con características de Macro-basurales, que son: 1) Basural Campo Papa en Godoy Cruz, 2) Basural Puente de Hierro en Guaymallén, y 3) Basural Campo Cacheuta en Luján de Cuyo, cuya remediación también será financiada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en una segunda etapa y cuando el Centro Ambiental El Borbollón se encuentre en funcionamiento.

La construcción del nuevo Centro Ambiental, facilitará las tareas de cierre de los vertederos actuales y posibilitará su saneamiento.

El predio donde se construirá el Centro Ambiental El Borbollón está dimensionado para una disposición y tratamiento aproximado de **38.000 toneladas mensuales**, según cálculo realizado para el año promedio de diseño. Los residuos provendrán de los Municipios de Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Lavalle, Luján de Cuyo y Maipú, durante un máximo de cinco años para el primer módulo y un horizonte previsto de veinte años con la construcción de los restantes tres módulos proyectados.

Con el trabajo de concientización programado se prevé la disminución del volumen inicialmente estimado, por lo que oportunamente se deberá ajustar el proyecto de los módulos subsiguientes.

Para evitar la percolación de los líquidos lixiviados generados por el nuevo relleno hacia capas inferiores del suelo o hacia terrenos linderos, o napas de aguas subterráneas, se proyectaron los módulos del relleno con la instalación de una doble barrera de impermeabilización, una natural (30 cm de suelo bentonítico compactado) y sobre ésta, otra artificial (geomembrana impermeable).

El objetivo de este Proyecto es crear un nuevo sitio de disposición final de residuos urbanos domiciliarios que permita el cierre de los actuales predios de disposición final de los centros urbanos involucrados, a través de la adecuada disposición de sus residuos.

El nuevo relleno se realizará de conformidad a las normas y recomendaciones del Banco Interamericano de Desarrollo para la disposición final. Por lo tanto la meta principal es cesar a la brevedad posible la disposición de residuos en los basurales a cielo abierto existentes, contando con un sitio de disposición final de RSU controlado en cuanto a sus aspectos operativos, técnicos y ambientales; recibiendo los residuos generados por todos los Municipios que integran el Área de Estudio, con un horizonte mínimo de cinco años para el primer módulo. Se agregan la **Figura 33**, donde se puede observar la distribución general del Centro Ambiental y el Sector de Edificios Complementarios.

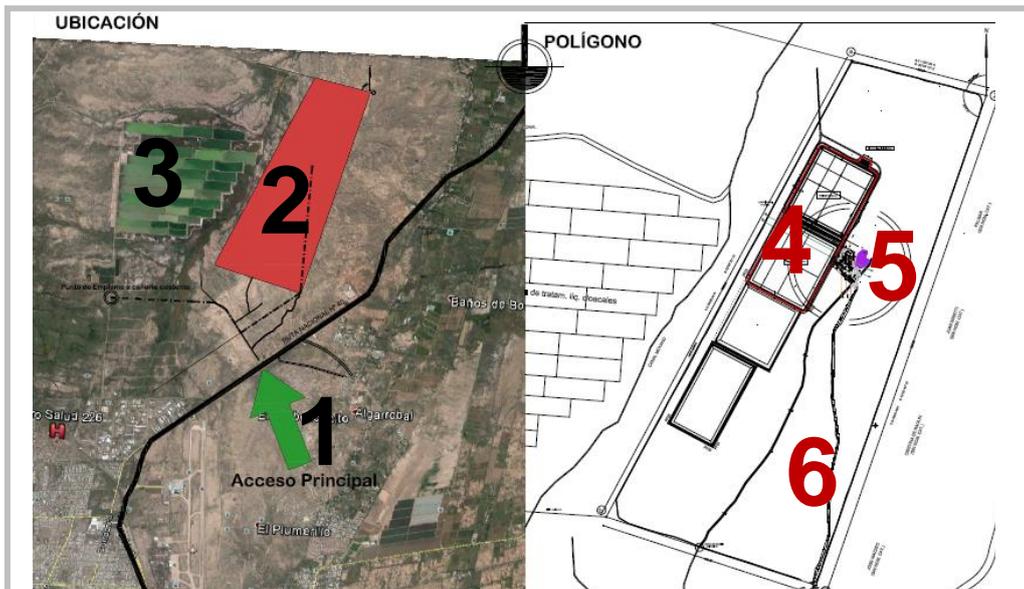
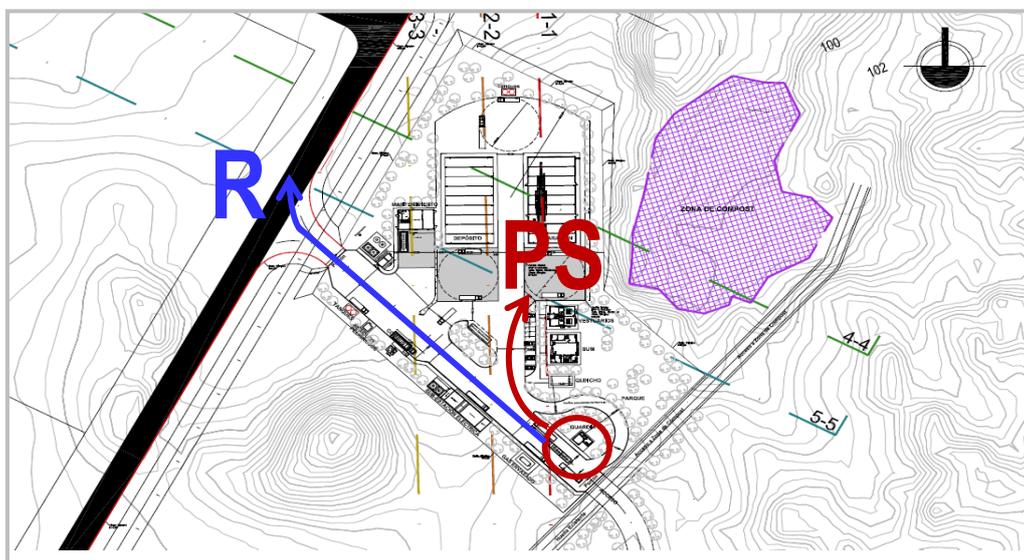


Figura 33: Distribución General del proyecto

UBICACIÓN Y DISTRICIÓN

- | | |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1 Ingreso al Predio | 4 Módulos 1 y 2 |
| 2 Terreno de Implantación | 5 Sector Edificios |
| 3 Piletas Campo Espejo | 6 Camino de ingreso |



DISTRIBUCIÓN GENERAL

→ Direccionamiento a Planta de Senaración

R Relleno Sanitario

○ Control de Acceso v Báscula

→ Direccionamiento a Planta de Senaración

PS Planta de Separación

Figura 33: Croquis distribución de edificios en planta y recorridos

La Planta de Separación a construirse, está dimensionada para una clasificación de 100 a 120 toneladas diarias, provenientes de los sectores dentro de la zona metropolitana donde ya se realice separación en origen (sectores comerciales e industriales). A los cuales se irán sumando otros sectores una vez que se implementen las correspondientes campañas de información a la comunidad para la separación en domicilio.

A tal efecto, la Planta se podrá operar en dos turnos y las instalaciones de la misma se realizarán previendo la colocación de otra línea de separación en el futuro. En la **Figura 34** se observan detalles de la Planta de Separación proyectada.

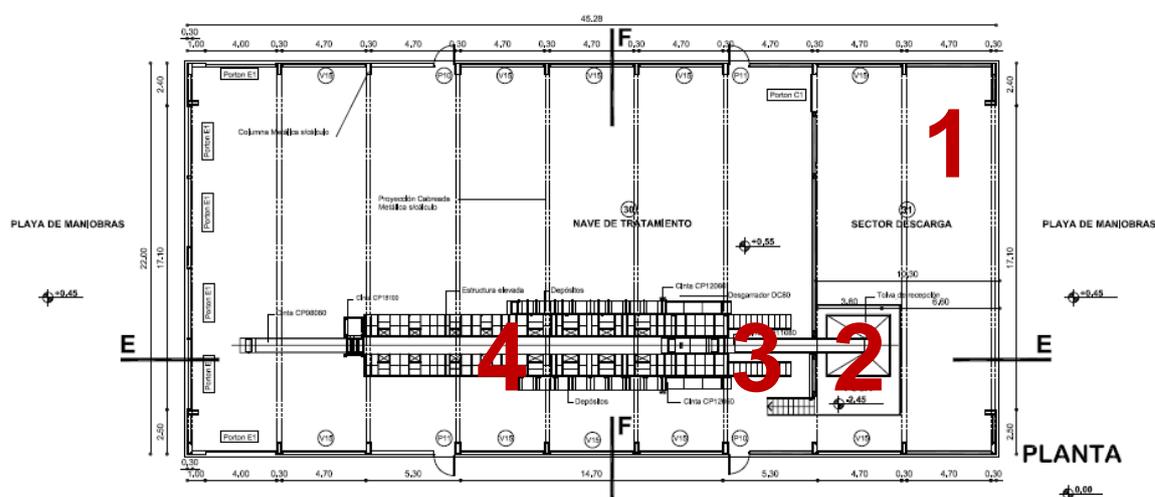


Figura 34: Croquis Planta de Separación

PLANTA DE SEPARACIÓN

- | | |
|--|------------------------------|
| 1 Sector de Descarga (semicubierto) | 3 Cinta de elevación |
| 2 Foso de Recepción | 4 Cinta de separación |

El objetivo de la planta de separación a construir para el tratamiento de los RSU de la zona metropolitana de Mendoza, es generar un nuevo espacio previo a la disposición final de los residuos, con el objeto de valorizar las fracciones reciclables de los RSU y la disminuir del material destinado a la disposición final, favoreciendo así la vida útil del relleno sanitario. Asimismo, la planta generará trabajo, mejorando la calidad laboral de los trabajadores informales que ingresen a trabajar al Centro Ambiental.

Al construirse la infraestructura prevista, se producirá una mejora ambiental sustancial dentro de la zona de influencia de esta actividad, ya que en lo sucesivo se controlarán los factores de afectación ambiental que actualmente impactan en las zonas de basurales a cielo abierto, implementándose una verdadera Gestión Integral de RSU.

La inversión requerida para la construcción de las obras previstas en la primera etapa es de aproximadamente \$ 304.500.000 (valores 2017)

6.2.4 Vida útil de proyecto

El horizonte del proyecto se estima en 20 años y los parámetros de diseño se corresponden con una tasa promedio de ingreso de residuos de aproximadamente 1.250 Tn/día para el año promedio de diseño y una densidad de compactación de 1 Tn/m³, la cual se logrará con equipos como topadoras sobre orugas, con pesos igual o superiores a 20 tn, y realizando 3 (tres) pasadas de compactación, para capas de espesor no superior a los 30 cm. Consecuentemente el Módulo 1 (calculado para una vida útil de 5 años) tendrá un volumen de almacenamiento de:

$$\text{Volumen de residuos} = \frac{38.129 \text{ Ton/mes} \times 12 \text{ meses} \times 5 \text{ años}}{1 \text{ Ton/m}^3} = 2.287.758 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen suelo de cobertura} = 15\% (\text{Volumen de residuos}) = 343.164 \text{ m}^3$$

Para este Módulo Inicial (M1), se ha adoptado una forma casi cuadrada, a los fines de maximizar el aprovechamiento del área disponible para ubicación de los sucesivos módulos.

Las dimensiones exteriores a nivel de cota de coronamiento de los terraplenes perimetrales son de 420 m x 480 m. La profundidad promedio de excavación es de 3 metros, y la altura máxima de los módulos alcanzará alrededor de los 17 metros (respecto del nivel de terreno natural), es decir 14 metros sobre el nivel de coronación del terraplén. Y se calcula un nivel de asentamiento de alrededor de un 20%, lo cual daría una altura final de 11 metros sobre nivel de terraplén. Con estos datos arribamos a un volumen disponible de 2.773.573 m³. En la **Figura 35** se presenta un croquis con las dimensiones del Módulo 1.

Este módulo, dimensionado para cinco años de operación, se repetirá en forma similar, para los siguientes dos módulos (M2 y M3). Para el cuarto módulo, se adoptará una forma rectangular (debido a las características topográficas del relleno), conservando la misma capacidad de almacenamiento, y con el que se dará fin a la vida útil proyectada.

Es importante destacar que, debido a la superficie del terreno disponible de afectar a este proyecto, podrán diseñarse y construirse mayor cantidad de módulos a futuro, lo cual extenderá la vida útil del mismo.

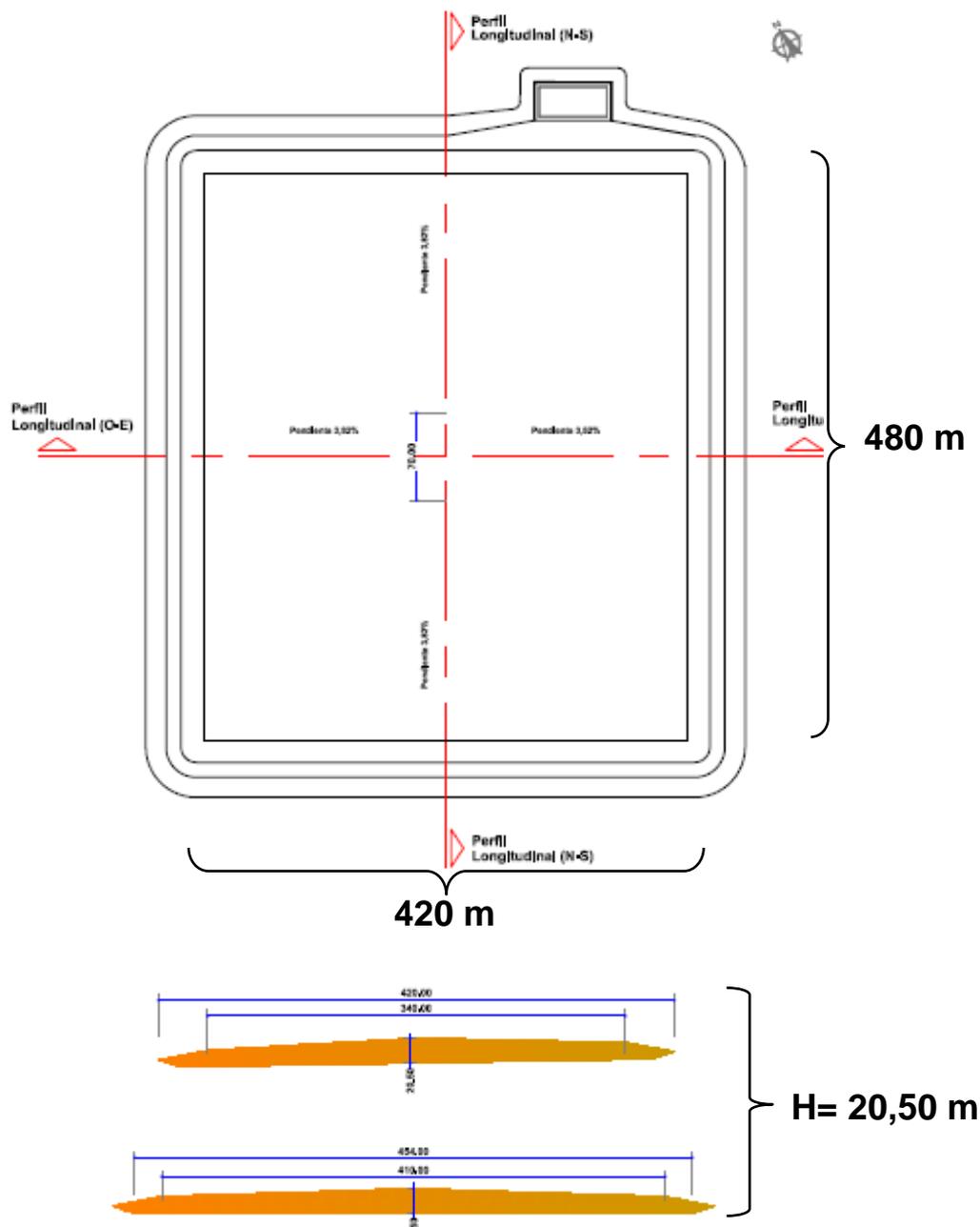


Figura 35: Croquis y dimensiones del Módulo 1

6.3 Proyectos asociados

La construcción y puesta en marcha del Centro Ambiental El Borbollón, constituye la Primera Etapa del “Proyecto GIRSU Zona Metropolitana” a ser financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo. Una vez que esta infraestructura se encuentre operando, comenzará el desarrollo de la Segunda Etapa, que incluye el cierre y remediación de cuatro basurales: 1) Basural Campo Papa (Godoy Cruz), 2) Basural Puente de Hierro (Guaymallén), 3) Basural Campo Cacheuta (Luján de Cuyo) y 4) Basural Uspallata (Las Heras).

6.4 Metodología y orientación de la EIA

Para la Evaluación de Impacto Ambiental, se tomaron como antecedentes las evaluaciones previas realizadas por diversos equipos interdisciplinarios sobre el mismo proyecto que se evalúa en la presente MGIA.

La metodología de evaluación adoptada fue la de Matrices de Identificación y Valoración de Impactos, por cada Etapa de proyecto. Las acciones desarrolladas se resumen en los siguientes puntos:

- Se identificaron las “acciones impactantes” para las distintas etapas del proyecto: Construcción, Operación y Cierre. En la identificación de estas acciones, se tuvieron en cuenta las evaluaciones anteriores y las especificaciones concretas del proyecto ejecutivo actual, desarrollado para el Centro Ambiental El Borbollón, en el *“Proyecto Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos – Zona Metropolitana – Provincia de Mendoza”*.
- Luego se identificaron los “factores ambientales” susceptibles de ser impactados por estas acciones de proyecto. En la identificación de estos factores, se consideraron los criterios utilizados por las evaluaciones previas, y los distintos aspectos desarrollados en el inventario ambiental de la línea de base cero, desarrollado en la presente MGIA.
- Posteriormente, y siguiendo la metodología aplicada por el grupo de profesionales de la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Mendoza, que realizó el Estudio *“Sistema de Gestión Integral de RSU (SGIRSU) – Área Metropolitana Mendoza – Fundación Universidad Tecnológica Regional Mendoza (2004) – Proyecto Gestión de la Contaminación – Componente B: Gestión Integral de la Calidad Ambiental a nivel Provincial y/o Municipal”*, en primera instancia se confeccionaron nuevas Matrices de Identificación de Impactos Ambientales para cada una de las etapas del proyecto: 1) Construcción, 2) Operación y 3) Cierre; considerando en las mismas las interacciones más importantes. En estas matrices se utilizó una clasificación general de impactos positivos y negativos, adoptando la metodología de identificación desarrollada en la EIA realizada por la UTN-FRM.

Se indica que el objeto de estas matrices de EIA, como ya lo destacara el grupo de profesionales de la UTN-FRM, es enfatizar los aspectos genéricos de la relación causa-efecto incluidos en el estudio, en la interrelación de cada una de las acciones de proyecto consideradas y de los factores ambientales descriptos; estos últimos en relación con su línea de base cero, es decir su condición actual antes del inicio del proyecto, de manera de cuantificar los cambios que pudieran producirse. Esta línea de base cero, se tuvo en cuenta en todo el análisis matricial.

Las Matrices de Identificación de Impactos son matrices de doble entrada, donde se relacionaron las actividades desarrolladas y sus impactos sobre los factores ambientales considerados. Cuando se consideró que una acción o

actividad podría producir un cambio o modificación en un factor o aspecto ambiental, éste se resaltó en el punto de intersección de la matriz. En estas matrices se numeraron los impactos identificados en cada etapa de proyecto.

- Una vez identificados los impactos, se procedió a analizar cada uno, con el fin de establecer sus atributos y características. Para ello se construyeron Matrices de Valoración de Impactos por cada Etapa de proyecto. En este punto se utilizó la metodología propuesta por el Grupo Consultor IATASA Ingeniería, en su Estudio *“Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para el Área Metropolitana de la Provincia de Mendoza”*, realizado en 2009, efectuando una valoración cuali-cuantitativa, de modo tal de determinar el grado de impacto de estas acciones sobre los factores ambientales seleccionados.

Las Matrices de Identificación y Valoración de Impactos en la Etapa de Construcción, se subdividieron por *Etapas de Obra*, sobre las cuales, más adelante en este documento, se realiza una interpretación específica. Posteriormente, y a los efectos de no cuantificar en forma acumulada las valoraciones de los impactos que se repiten en las distintas etapas de obra, se confeccionó una Matriz de Valoración Global para la Etapa de Construcción.

Estas matrices de valoración permitieron identificar impactos significativos, tanto de carácter positivo como negativo. Se consideraron como “impactos significativos” a aquellos a los que se les asignó un valor de intensidad igual a 3. Con estos impactos significativos se construyeron Tablas de Resumen de Impactos por cada etapa de proyecto.

Finalmente se interpretaron las valoraciones obtenidas y los resultados se plasmaron en las conclusiones por cada etapa de proyecto y conclusiones generales. También se desarrollaron Tablas de Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación, que incluyen las actividades involucradas en la generación del impacto, la descripción detallada del impacto, el área de influencia del mismo y las medidas de mitigación previstas para los impactos negativos.

6.4.1 Resultados Generales de la Evaluación de Impactos

De la evaluación de los impactos ambientales a producirse en las distintas etapas del proyecto de Construcción y Operación del Centro Ambiental El Borbollón, surge que los principales impactos negativos a producirse en la Etapa de Construcción, se relacionan con las actividades de excavación, construcción de nuevas edificaciones y manipulación de combustibles.

Y los impactos positivos significativos, se relacionan con las actividades de impermeabilización de suelos que evitarán la contaminación de aguas subterráneas; la incorporación de nueva masa verde por forestación; la generación de empleo y el incremento de la actividad económica por requerimientos de materiales y servicios de obra; como así también la incorporación de nuevas infraestructuras de servicio en el sitio como agua, electricidad y caminos, que

favorecerán las actividades en las distintas etapas de proyecto y sus posibles usos futuros.

Para la Etapa de Operación, se prevé una disminución de los impactos negativos significativos a generarse, según surge de las evaluaciones realizadas. En esta etapa los impactos negativos se asocian principalmente las actividades de excavación para la obtención de material de cobertura para las celdas, al vuelco y distribución de residuo en celda y a la gestión de los líquidos lixiviados a generarse.

Los impactos positivos significativos identificados en esta etapa se relacionan con el control y monitoreo de emisiones de biogás, que permitirán la prevención de accidentes por la combustión de los gases a generarse en el relleno, y el control de emisiones de gases efecto invernadero; el control de olores por monitoreos permanentes, como así también el monitoreo permanente de los líquidos lixiviados generados; la cobertura diaria de residuos; el tratamiento de los efluentes generados en las obras complementarias; la mejora de suelos por tareas de forestación y jardinería; la conformación de una barrera verde para evitar visuales, dispersión de polvos, material liviano y ruidos; generación de empleo para personal sin calificación en los sectores de Planta de Separación y Sector Compostaje; el incremento de la actividad económica por venta de material recuperado; y **fundamentalmente y como principal impacto positivo, el hecho de contar con un sitio de tratamiento y disposición final controlada de RSU, para la Zona Metropolitana de Mendoza.**

Finalmente, y para la etapa de Cierre no se identificaron impactos negativos significativos, y entre los principales impactos positivos detectados se pueden citar: la recomposición del sitio por revegetación, forestación y tareas de mantenimiento que genera la posibilidad de un futuro uso del mismo para actividades culturales y recreativas; y el control y mantenimiento de los sistemas de gestión de biogás y lixiviados, hasta el agotamiento de los mismos.

El detalle de cada uno de estos impactos con sus actividades asociadas, se encuentra desarrollado en la Tabla de Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación para cada una de las Etapas.

6.4.2 Descripción del posible escenario ambiental modificado

La realización del proyecto no generará mayores cambios en el paisaje, ya que se trata de una zona con emprendimientos industriales y actividades de saneamiento. Se perturbará el área en una superficie de 90 has., a través de la instalación de edificios, caminos de circulación, módulo de disposición final de residuos, cortinas forestales, etc.

En el sector de relleno, se observarán áreas desmontadas de vegetación, en forma gradual y creciente, a medida que transcurra el plazo de vida útil del proyecto. Pero desde el nivel de observación de una persona parada en el eje de la Ruta

Nación N°40 (por donde se accede al predio), no se visualizan las instalaciones porque se trata de un terreno interno, aunque eventualmente pueda llegar a ser visible la barrera forestal.

Si bien el acceso al Centro Ambiental será el mismo que actualmente se utiliza para el ingreso al actual Vertedero de Residuos de la Municipalidad de Las Heras, con la puesta en marcha del proyecto se generará un tráfico de camiones más intenso, pero este emprendimiento coincide con la construcción de la doble vía sobre la Ruta Nacional N°40, que tendrá un nudo intercambiador cercano al actual ingreso al predio, que permitirá dar solución al conflicto actual de giro a la izquierda.

No es previsible que el desarrollo de este proyecto provoque modificaciones que vayan a ser acompañadas de cambios geológicos de raíz erosiva, climáticos o microclimáticos. El relieve resultante se verá alterado básicamente por la altura de los módulos de Disposición Final en su cota final (aproximadamente 15 m sobre el nivel de suelo actual), y en menor medida por la alzada de los edificios complementarios. Pero en este sentido es importante resaltar que el terreno de implantación, tiene una topografía natural bastante accidentada con presencia de morros, lomadas y sitios excavados, por lo cual el impacto de cambio de topografía por la construcción de los Módulos no será demasiado notable.

No se producirán cambios importantes en la calidad del aire actual, por las tareas de movimientos de suelos, teniendo en cuenta que actualmente se desarrollan las mismas actividades de movimiento de suelos en el Vertedero Controlado de Las Heras y Celda de Disposición Final de Residuos Patogénicos tratados. No obstante ello, en el *Plan de Manejo Ambiental*, se preveerán las correspondientes medidas de mitigación y control del material particulado.

Con respecto a los gases emanados del relleno, los mismos serán gestionados por los mecanismos previstos en el diseño del relleno (Ver **Anexo 7: Cálculo Generación Biogas y Sistema de Gestión**), y se realizarán monitoreos continuos de los mismos, de acuerdo a lo establecido en el Programa de Monitoreo previsto para la Etapa de Operación, Clausura y Post-Clausura.

Los cambios en la calidad del aire, debido al transporte pesado sobre Ruta Nacional N°40 y el ingreso (aproximadamente 3 km), por camino interno semi-consolidado, podrán mitigarse estableciendo normas de velocidad máxima que contemplen la generación de polvo en base al tonelaje de los rodados, número de ejes, humedad de la carpeta, etc.

El perfil edáfico del lugar se verá profundamente modificado por las tareas de excavación de cimientos y celdas de disposición de RSU, siendo esta parte del proyecto la que demandará mayores movimientos de suelo, tanto durante la fase constructiva de los Módulos, como durante las operaciones del relleno que implicarán cobertura diaria de los mismos con suelo del lugar. Estos cambios son irreversibles dadas las características del emprendimiento.

Se producirán asimismo, modificaciones en los cursos de escurrimiento superficial del agua, debido a tareas de nivelación y canalización interna requeridas por la obra civil. Estas modificaciones afectarán una parte del sistema de drenaje superficial del área. No son previsible cambios en los niveles freáticos.

Se prevé la afectación de la cobertura vegetal, en una parte del terreno asignada al proyecto (aproximadamente 90 has), ya sea por remoción directa o por impacto producido por el transporte de polvo generado en las operaciones de excavación y movimientos de suelo. Esta afectación no implicará la desaparición de comunidades vegetales singulares, protegidas ni endémicas, ya que las unidades florísticas de vegetación a afectar, están representadas abundantemente en el área circundante.

No son previsible desapariciones de comunidades de fauna que se encuentran profusamente extendida en el área, aunque es esperable la relocalización de individuos, en el caso de roedores o el desplazamiento a áreas vecinas. También se puede producir la destrucción de hormigueros y madrigueras, durante las tareas de acondicionamiento del terreno y excavaciones. Durante la etapa operativa, es previsible el incremento de poblaciones de roedores, atraídos por los olores de la manipulación de residuos. Se prevé su control de acuerdo a las normas de control de olores y vectores establecidas en la Memoria de Operación (ver **Anexo 2: Memoria Técnica y Operativa**).

Uno de los aspectos relevantes del nuevo escenario a desarrollarse es la creación de condiciones de trabajo normalizadas para el personal afectado a la separación y clasificación de RSU. En este sentido cabe señalar que el diseño planteado en la Memoria Técnica del proyecto, cumple exhaustivamente con todos los requerimientos legales en materia de instalaciones sanitarias, condiciones de ventilación (ver **Anexo 3: Memoria de Cálculo de Ventilación**) y de iluminación de los planos de trabajo (Ver **Anexo 4: Memoria de Cálculo de Iluminación**).

La construcción del Centro Ambiental, generará nuevos puestos de trabajo de personal calificado a medianamente calificado (maquinistas y operadores de equipos, personal para los sectores de mantenimiento) y no calificado (personal para limpieza y separación de residuos en Planta), lo que permitirá absorber una parte de los actuales separadores informales de la zona.

Como la puesta en marcha del Centro Ambiental, permitirá la remediación de los actuales basurales, se observarán cambios positivos en la preservación de los recursos y calidad de vida de las poblaciones aledañas y en las microeconomías regionales.

No es esperable la generación de niveles de ruido superiores a los que actualmente se registran en el sector, a causa de las tareas de disposición final de RSU actual, en el Vertedero Controlado de Las Heras, actividades industriales y de saneamiento en el entorno del terreno, como así también el tránsito de la Ruta Nacional N°40.

Con relación a la proximidad del Aeropuerto El Plumerillo, es importante destacar en primer lugar que las nuevas instalaciones no se ubican sobre la *superficie de aproximación del aeropuerto*, a diferencia de las actuales instalaciones de gestión de RSU.

Por otra parte, la construcción y operación del Centro Ambiental El Borbollón, implicará una mejora en las condiciones de operación del relleno sanitario, que conlleva la compactación y cobertura diaria de los residuos, aplicación de metodologías de control de plagas, y especificaciones más estrictas en cuanto a condiciones de higiene y propagación de olores, por lo cual, y de respetarse las lineamientos establecidos para esta etapa, no debería producirse la concurrencia de aves de mayor porte (especies carroñeras) que puedan implicar un riesgo para el Aeropuerto.

6.4.3 Medidas de mitigación para los impactos negativos significativos

En este apartado se agregan tablas de resumen de las Medidas de Mitigación propuestas para los Impactos Ambientales negativos significativos, identificados en la evaluación realizada, para las etapas de Construcción y Operación. En la Etapa de Clausura y Post-clausura no se identificaron impactos negativos significativos.

Tabla 64: Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación – Etapa de Construcción

DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN - ETAPA DE CONSTRUCCION		
Acciones Impactantes	Impacto	Medidas de Mitigación
IMPACTOS NEGATIVOS		
Movimiento de suelos por tareas de excavación	Aumento material particulado y emisiones por desmonte, excavaciones y construcción de terraplenes	<ul style="list-style-type: none"> - Regado de caminos, frente de descargas y sectores de acopio de suelos. - El personal deberá contar con los elementos de protección personal pertinentes. - Es conveniente que la máquina pesada utilizada sea del tipo de cabina cerrada.
	Alteración de escurrimientos naturales en forma permanente	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de las obras hidráulicas necesarias para la correcta evacuación de los excedentes hídricos.
Actividades de construcción: Módulo, piletas y edificios complementarios	Modificación de calidad y capacidad del suelo (construcciones)	<ul style="list-style-type: none"> - Se deberán tomar las medidas pertinentes en cuanto a la determinación de la capacidad portante del suelo, la que no será superada, adoptando el diseño que corresponda para garantizar la seguridad de las construcciones.

DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN - ETAPA DE CONSTRUCCION

Acciones Impactantes	Impacto	Medidas de Mitigación
	Modificación de comportamiento estructural	- Se tomarán las medidas necesarias para evitar hundimientos y desmoronamientos, según los cálculos estructurales realizados y los estudios de mecánica de suelo.
Excavaciones, compactación de suelos y conformación de terraplenes	Pérdida de capacidad de infiltración	- Por ser un impacto permanente, se deberán minimizar las áreas a utilizar, concentrando las instalaciones.
	Pérdida de especies naturales por desmonte	- Replantedo de especies autóctonas sobre la cubierta de la celda y zonas adyacentes. - Forestación del predio y zonas de alta degradación, cubriendo suelos impactados y conformación de barrera de protección contra polvos y vientos. -Minimizar las zonas de desmonte, a lo estrictamente necesario.
	Riesgos de desmoronamientos	- Tomar las medidas de seguridad necesarias, con relación a las metodologías adecuadas de trabajo, a los efectos de prevenir posibles accidentes de operarios en el frente de trabajo. - Capacitar al personal con relación a prácticas adecuadas de trabajo y uso de elementos de protección personal.
Carga y almacenamiento de combustibles	Riesgo por manipulación de combustibles y químicos	- Se deben realizar todos los mantenimientos preventivos de la maquinaria pesada que operará en las obras del Centro Ambiental. - Los sectores de almacenamiento se ubicarán fuera del área que ocuparán las celdas de trabajo, ubicándose por separado el sector de almacenamiento del sector de combustibles. - Estos sectores se deberán ubicar en sectores donde la permeabilidad del suelo sean muy bajas y se deberán tomar todas las medidas de seguridad requeridas por la legislación vigente para estos casos. -Aplicar el Plan de Contingencias previsto.

Tabla 65: Descripción de Impactos y Medidas de Mitigación – Etapa de Operación

DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN - ETAPA DE OPERACIÓN		
Acciones Impactantes	Impacto	Medidas de Mitigación
IMPACTOS NEGATIVOS		
Excavaciones para material de cobertura	Aumento de material particulado y emisiones	<ul style="list-style-type: none"> - Regado de caminos, frente de descargas y sectores de acopio de suelos. - El personal deberá contar con los elementos de protección personal pertinentes. - Respetar y cumplir en los plazos previstos las acciones de mantenimiento de los equipos utilizados en la operación, a los efectos de minimizar emisiones de gases y generación de ruidos. - Realizar monitoreos de aire y ruidos en forma permanente, a los efectos de corregir desviaciones con relación a los valores máximos establecidos por la normativa vigente en la materia.
	Modificación de escurrimientos por excavaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento de las obras hidráulicas necesarias para la correcta evacuación de los excedentes hídricos. - Afectación de la menor área posible para los trabajos de excavación.
	Modificación de comportamiento estructural	<ul style="list-style-type: none"> - Se tomarán las medidas necesarias para evitar hundimientos y desmoronamientos, según los cálculos estructurales realizados y los estudios de mecánica de suelo.
Vuelco de residuos en celda diaria	Modificación del relieve natural por operación del módulo	<ul style="list-style-type: none"> - Respetar el diseño del módulo y tirante establecido para no superar los límites de capacidad portante y minimizar en lo posible el impacto sobre el relieve original. - Respetar el diseño de localización de los módulos subsiguientes. - Realizar las tareas de recirculación de lixiviados previstas, lo cual permitirá acelerar los procesos de degradación de materia orgánica, logrando de este modo acelerar los procesos de asentamiento.

DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN - ETAPA DE OPERACIÓN		
Acciones Impactantes	Impacto	Medidas de Mitigación
	Afectación por manejo de residuos en el CA	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar la cobertura diaria, respetando el diseño diario de la celda de operación. - Dar estricto cumplimiento a la Ley de Higiene y Seguridad Laboral. - Proveer y exigir el uso de los elementos de protección personal asignados de acuerdo a la actividad, como guantes, máscaras, botas, etc. - Respetar el calendario de vacunación previsto para el personal.
Captación y recirculación de lixiviados	Altos Riesgos laborales por tareas específicas	<ul style="list-style-type: none"> - Respetar todos los protocolos establecidos en el Manual de Operaciones, para la gestión de los líquidos lixiviados. - Dar estricto cumplimiento a la Ley de Higiene y Seguridad Laboral. - Proveer y exigir el uso de los elementos de protección personal asignados de acuerdo a la actividad, como guantes, máscaras, botas, etc. - Respetar el calendario de vacunación previsto para el personal. - Capacitar al personal asignado a esta tarea en el manejo de las contingencias relacionadas con la gestión de LL.

6.4 Plan de Manejo Ambiental

Luego de identificados los impactos se propusieron medidas y acciones a seguir para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos negativos que la obra o actividad pueda producir en cada etapa del proyecto, incluyendo la etapa de cierre y post-clausura.

Se diseñaron medidas viables y efectivas para potenciar los beneficios ambientales del proyecto articuladas en la forma de eventuales medidas estructurales necesarias, aun las eventualmente ajenas al proyectos, y no estructurales, inherentes al mismo. Todas las medidas propuestas se presentan organizadas por Programas dentro del *Plan de Manejo Ambiental*:

- 1) Programa de Seguimiento y Control: donde se describen las acciones regulares de documentación, medición y corrección a seguir para mitigar eventuales impactos identificados o emergentes.

- 2) Programa de Monitoreo Ambiental: donde se establecen las variables a monitorear, la frecuencia en que deberán ser medidas y las metodologías recomendadas para su medición.
- 3) Plan de Contingencias Ambientales: donde se especifican las acciones a adoptar para la actuación en caso de eventos súbitos, de naturaleza y magnitud indeseadas, que pudieran resultar de la ejecución del Proyecto.
- 4) Programa de Seguridad e Higiene: donde se prevé el cumplimiento estricto de la legislación laboral vigente en la materia; incluyendo la capacitación de los trabajadores en los casos necesarios.
- 5) Programa de Capacitación: donde se establecen propuestas metodológicas para la capacitación del personal a desempeñarse en el Centro Ambiental, estableciendo contenidos mínimos a impartir.
- 6) Programa de Forestación: donde se establecen los lineamientos a seguir en la implantación de los forestales, que deberán cumplir distintas medidas de mitigación o compensación, según surge de la evaluación realizada.
- 7) Programa de Mantenimiento de Equipos: donde se establecen los equipos mínimos a utilizar para la construcción y operación del relleno sanitario, como así también las recomendaciones pertinentes en cuanto a seguridad y mantenimiento.

6.5 Seguimiento y Control del PMA

La Autoridad de Aplicación encargada del control de todas las acciones previstas en el Plan de Manejo Ambiental es la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial, a través de la Unidad de Evaluaciones Ambientales.

Todas las acciones enunciadas en el presente documento, deberán cumplirse en los términos propuestos. A las mismas se agregarán las distintas observaciones y recomendaciones que realicen los organismos que participan del Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA), a través de sus Dictámenes Sectoriales; sugerencias que surjan de la Audiencia Pública a realizarse, más las recomendaciones específicas que la autoridad considere pertinentes requerir.

Todo esto quedará específicamente establecido en la **Resolución de Declaración de Impacto Ambiental** que emane del presente PEIA. Esta norma legal será el instrumento de control y seguimiento de todas las acciones previstas en el presente documento de Evaluación de Impacto Ambiental.

6.6 Conclusiones y recomendaciones

El proyecto de construcción del Centro Ambiental El Borbollón un constituye una obra de saneamiento, que resulta de interés e impacto positivo sobre la salud pública y de desarrollo de las actividades económicas de la región. La instalación adecuada del proyecto y de las medidas no estructurales, complementarias al mismo, permitirán considerar la remediación de las áreas impactadas actualmente por basurales a cielo abierto y contribuirán a implementar adecuadamente políticas públicas de minimización y clasificación en origen de los residuos sólidos urbanos que se generan en la Zona Metropolitana de Mendoza.

No es esperable que la implantación de esta obra produzca modificaciones de magnitud en el funcionamiento habitual de los procesos naturales climáticos, hidrológicos o bióticos, excepto los impactos localizados, derivados de la instalación de las estructuras necesarias para el desarrollo del proyecto, que se ubicarán en áreas que actualmente se encuentran ya profundamente modificadas por acciones antrópicas anteriores.

De los análisis realizados precedentemente, se pueden inferir las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- El sitio seleccionado para la implantación del proyecto, surge como el más adecuado por sus condiciones socioambientales.
- La implantación del Centro Ambiental, constituye una importante mejora en la calidad de vida y la salud pública de los pobladores de la región.
- La falta de sustentabilidad de la actual gestión de RSU, debido a la presencia de basurales a cielo abierto, en distintos Departamentos de la zona de estudio, se verá positivamente mejorada por la realización de este proyecto para el tratamiento y disposición final ambientalmente adecuada de los RSU.
- Los impactos negativos identificados en la etapa de operación se gestionarán a través de los lineamientos del *Plan de Manejo Ambiental* desarrollado. Se ha observado que la situación “con proyecto” presenta una porcentaje bajo de impacto negativo, debido a la zona de ubicación, la calidad del diseño y las medidas de protección ambiental adoptadas.
- Este proyecto permitirá que los actuales separadores informales de residuos que operan en los actuales basurales sean incluidos dentro del proyecto y/o reubicados en otras labores, según lo previsto en el *Plan de Inclusión Social* que incluye el *Proyecto para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para la Zona Metropolitana de Mendoza*.

- Las tecnologías constructivas propuestas para los módulos de disposición final de RSU, se han diseñado, teniendo en cuenta todos los factores ambientales de incidencia local. Este módulo cuenta con un doble sistema de impermeabilización de base, como así también con sistemas para la extracción y recirculación de líquidos lixiviados, como así también la captación de los gases del relleno, para su transformación en energía, lo que garantizará minimización de los impactos a producirse.
- La reinyección de los lixiviados que se generen, permitirá minimizar la generación de los mismos para evitar su tratamiento, y aumentar la tasa de descomposición de la fracción orgánica de los residuos, prolongando así la vida útil del relleno.
- El proyecto del Centro Ambiental es de tipo integral, incluyendo no sólo la disposición final de los residuos, sino también una Planta de Separación y recuperación de materiales y una Planta de Compostaje. De este modo se logra cumplir con varios objetivos, como son: aumentar la vida útil del módulo de disposición final, generar nuevos puestos de trabajo y obtener un potencial retorno por la venta del material separado. Este sistema se verá optimizado, con el desarrollo de las demás acciones de fortalecimiento de la GIRSU previstas en el *Proyecto para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para la Zona Metropolitana de Mendoza*, que abarcarán además de los aspectos técnicos y ambientales evaluados; aspectos legales, institucionales, sociales, económicos y de comunicación.
- Con la puesta en marcha del Centro Ambiental El Borbollón, se llevará a cabo el pesaje y control de los residuos en forma sistemática, de modo tal de poder contar con registros de datos fehacientes sobre la generación real de residuos de la región (que actualmente no existe).
- Dentro del *Plan de Manejo Ambiental*, se ha previsto un *Programa de Monitoreo Ambiental*, para la protección de la salud pública y el ambiente, mediante la pronta detección de posibles descargas y/o fugas de sustancias potencialmente contaminantes.
- El Centro Ambiental El Borbollón, será evaluado en forma permanente, mediante auditorías externas desarrolladas por el Consorcio Regional y la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial, garantizando de este modo su correcto funcionamiento. Esto deberá ser informado periódicamente a la población involucrada, a los efectos de lograr la transparencia que corresponde a este tipo de emprendimientos.

7. BIBLIOGRAFÍA

AREAS DE INFLUENCIA

- Ing. Xavier Espinosa, Consultor Ambiental, *Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo, Construcción del Relleno Sanitario de cantón y manejo de los desechos sólidos para la ciudad de Zumba, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador.*
- Gesambconsult, *Estudio de Impacto Ambiental de la Primera Línea del Metro de Quito*, Capítulo 7 – Áreas de Influencia, Perú.
- Luz Eugenia Arriero López, Tesis Especialización en Gerencia del Medio Ambiente y prevención de desastres, Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, *Estudio Diagnóstico del Componente Forestal en el Relleno Sanitario de Doña Juana*, Colombia, 2008.
- CESEL Ingenieros, Informe Final *Estudio de Impacto Ambiental de las Líneas de Transmisión Chilca – Zapallal a 500 kV y Chilca – Planicie – Zapallal a 220 kV y Subestaciones asociadas – Consorcio Transmantaro S.A.*, Perú, 2009.

COLINDACIAS DEL PREDIO

- Ing. Eduardo BarbeitoAnzorena, *Proyecto Regional Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial – Convenio: IDRC-OPS/HEP/CEPIS, Estudio General del Caso Campo Espejo del Aglomerado Gran Mendoza, República Argentina, Argentina, 2001.*
- IDITS, Instituto de Desarrollo Industrial Tecnológico y de Servicios, Mendoza, *Informe Parques, Áreas y Zonas Industriales de Mendoza*, Mendoza, 2004.
- AySAN Mendoza, *Datos de Establecimientos Depuradores y Potabilizadores*, Mendoza, 2014.
- Hugo Irusta, Ex – Jefe del Área Aeródromo, Aeropuerto Mendoza, *Normas de Seguridad Aeroportuarias y Riesgo Aviario*, resumen del informe por la Arq. Miriam Cumado(APOT).
- www.lasheras.gov.ar, *Inauguran Planta de Biogás en El Borbollón*, artículo periodístico, (2009).

CLIMA

- INTA, EEA Mendoza – Centro Regional Cuyo, *Datos Meteorológicos (2007-2012)*.
- IANIGLA – CONICET, Programa Regional de Meteorología, *Datos Meteorológicos (2000 – 2013)*.
- Dra. Carolina Martinez Reyes, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía, Universidad de Concepción, *Representación y Análisis de datos climáticos*, Chile, 2008.
- Federico Augusto Norte, Tesis Doctorado en Ciencias Meteorológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, *Características del Viento Zona en el Región de Cuyo*, Mendoza, 1988.
- www.wikipedia.org, *Índice de Thortwaite*.
- www.wikipedia.org, *Clasificación Climática de Köppen*.
- www.meteo.com. *Datos Meteorológicos Estación Meteorológica Mendoza Aeropuerto, (2000-2014)*.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

- Universidad Nacional de Cuyo, Marco Estratégico Mendoza 2012, Comisión Físico Ambiental, *Diagnóstico Físico Ambiental de la Provincia de Mendoza*, Mendoza, 2004.
- Centro Regional para el Desarrollo Tecnológico de la Construcción, Sismología e Ingeniería Antisísmica (CeReDeTeC), Universidad Tecnológica Nacional - FRM, *Sismicidad Regional – Estudio de Riesgo Sísmico y Fallamiento Local*.
- Secretaría de Energía de la República Argentina, *Formaciones Geológicas en la Argentina – Cuencas Petroleras*.
- Agencia Provincial de Ordenamiento Territorial (APOT), Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales, *Plan Provincial de Ordenamiento Territorial*, Mendoza, 2013.
- Ing. María Cecilia Regairaz, Catálogo de Recursos Humanos e Información Relacionada con la Temática Ambiental en la Región Andina Argentina, CRICYT, *Suelos de Mendoza*, Mendoza, 1994.

- Stella M. Moreiras - Laura B. Giambiagi - Silvana Spagnotto - Silvina Nacif, José Mescua - Rafael Toural, CONICET Mendoza, Universidad Nacional de San Luis y Universidad Nacional de San Juan, *El frente orogénico de los Andes centrales a la latitud de la Ciudad de Mendoza (32°50'33"S)*, 2013.
- Elena María Abraham, Catálogo de Recursos Humanos e Información Relacionada con la Temática Ambiental en la Región Andina Argentina, CRICYT, *Geomorfología de la Provincia de Mendoza*, Mendoza, 1994.
- Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno de Mendoza, Fortalecimiento Institucional para el diseño del Plan Estratégico de Desarrollo de la Provincia de Mendoza, *Producto 9: Informe y Cartografía de uso de suelos actuales y aptitud de usos – zonificación*, Mendoza, 2010.
- Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES), Ing. Juan Carlos Castaño y Nafa – Zamarbide Ingenieros Consultores, SRL, *Microzonificación Sísmica del Gran Mendoza*, 1989.

HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

- Departamento General de Irrigación, Gobierno de Mendoza, *Infografía –Río Mendoza, Cuenca y cauces principales*, Mendoza, 2013.
- Departamento General de Irrigación, Gobierno de Mendoza, *Infografía –Río Tunuyán Inferior, Cuenca y cauces principales*, Mendoza, 2013.
- Secretaría de Ambiente, Gobierno de Córdoba, Autor: Rafael Omar Jarsun, *Manual de uso e interpretación de aguas*, Córdoba, 2008.
- Instituto Nacional del Agua (INA) – Centro Regional Andino (CRA), *El agua en Mendoza y su problemática ambiental*, Mendoza, 2009.
- Departamento General de Irrigación, Gobierno de Mendoza, *Gestión del Agua en la Cuenca del Río Mendoza, República Argentina*, Mendoza, 2010.
- Instituto Nacional del Agua (INA) – Centro Regional Andino (CRA), *Modelación Hidrológica de la Cuenca Norte de Mendoza*, Mendoza, 2012.
- Instituto Nacional del Agua (INA) – Centro Regional Andino (CRA), *Curva de Intensidad Duración Frecuencia (IDF)*, Mendoza, 2008.
- Ing. Eduardo Torres – Dr. Juvenal Zambrano, Catálogo de Recursos Humanos e Información Relacionada con la Temática Ambiental en la Región Andina Argentina, CRICYT, *Hidrogeología de la Provincia de Mendoza*, Mendoza, 1994.

- Software HIDRUS 1D V4, *Modelo de Simulación Flujo No Saturado*.

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

- Enrique Puliafito, Fernando Castro, David Allende, Grupo de Estudios de la Atmósfera y el Ambiente, Universidad Tecnológica Nacional – FRM, *Transporte y Calidad del Aire en Mendoza, Informe 2: Modelos de calidad del aire*, Mendoza, 2009.
- Universidad Tecnológica Nacional – FRM, Consultoría Proyecto Gestión de la Contaminación – Componente B “Gestión Integral de Calidad Ambiental a nivel provincial y/o municipal”, SAyDS, *Sistemas de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (SGIRSU)-Área Metropolitana Mendoza – Anexo Capítulo 5: Estudio de Impacto Ambiental*, Mendoza, 2004.

FLORA Y FAUNA

- Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno de Mendoza, *Curso de Capacitación para docentes – Educación Ambiental Frente al Cambio Climático – Capítulo 8: Flora*, Mendoza, 2009.
- Ministerio de Ambiente y Obras Públicas, Subsecretaría de Medio Ambiente, Gobierno de Mendoza, *Curso de Educación Ambiental – Fascículo 17: Flora Mendocina*, Mendoza, 2006.
- Adrián Ruiz Leal, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – Gobierno de Mendoza, Universidad Nacional de Cuyo – Instituto Argentino de Investigaciones de zona áridas, *Flora Popular Mendocina*, Mendoza, 1972.
- Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno de Mendoza, *Curso de Capacitación para docentes – Educación Ambiental Frente al Cambio Climático – Capítulo 9: Fauna*, Mendoza, 2009.
- Ministerio de Ambiente y Obras Públicas, Subsecretaría de Medio Ambiente, Gobierno de Mendoza, *Curso de Educación Ambiental – Fascículo 18: Fauna Mendocina*, Mendoza, 2006.

VEGETACIÓN

- Leonardo Gónima, Universidad de Granada, Departamento de Biología Vegetal, *Procesamiento Digital de Imágenes de Satélite aplicado a Estudios Ambientales*, España, 2001.

- Software SOPI V1, *Software de Procesamiento de Imágenes Satelitales*, Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE).

MEDIO SOCIOECONÓMICO

- Ministerio de Turismo de la Provincia de Mendoza, *Anuario Estadístico 2012*.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), República Argentina, *Censo Nacional de Población y Vivienda 2010*.
- Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas – Gobierno de Mendoza, *Publicaciones Municipales*.
- Ministerio de Economía de la Nación (MECON), *Estructura económica y empleo*.

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

- Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco – Trelew – Departamento Ingeniería Hidráulica y Civil – Cátedra de Gestión Ambiental, *Estudio de Impacto Ambiental Plantas de Separación y Transferencia en las Municipalidades de Puerto Madryn y Trelew y Centro de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos en la Comarca Virch – Valdés – Provincia de Chubut*, Chubut, 2011.
- Juan Francisco Pacheco – Eduardo Contreras, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), *Manual Metodológico de Evaluación Multicriterio para programas y proyectos*, Chile, 2008.
- Software Expert Choise V11, *Metodología de Evaluación Multicriterio*.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

- Municipalidad de Venado Tuerto, Dirección de Medio Ambiente, *Planta de Tratamiento de RSU y Relleno Sanitario*, Santa Fe, 2011.
- Ministerio del Medio Ambiente de Colombia, Crédito BIRF 3975-CO – Programa Fortalecimiento Institucional para la Gestión Ambiental Urbana FIGAU, *Guía Ambiental para Rellenos Sanitarios*, Colombia, 2002.
- INTEGRAL, Ingenieros Consultores, *Actualización Estudios de Impacto Ambiental Mina Calenturitas*, Colombia, 2008.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL (consultada para distintas temáticas)

- Nelson Yovani Castro Ladino – Jorge Enrique Garzón, Rafael Orlando Ortiz Mosquera, Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua, Joao Pessoa (Brasil), *Aplicación de los Métodos para el Cálculo de Caudales Máximos Probables Instantáneos, en Edificaciones de diferentes tipos*, Brasil, 2006.
- Arq. Yamiled Graciela del Canto Ferrada, ATA – Asesorías Técnicas de Arquitectura, *Memoria de Cálculo Ventilación – Planta de alimentos para mascotas IANSA S.A.*, Chile, 2009.
- Universidad de las Islas Baleares, Estudios de Arquitectura, *Instalaciones de Iluminación*.
- Ing. Ignacio A. Maldonado – Estudios de Suelo y Geotecnia, *Estudio de Suelo N°1114/13 – Proyecto Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para el Área Metropolitana de Mendoza*, Departamento de Las Heras, Provincia de Mendoza, Mendoza, 2013.
- Ing. Víctor Hugo Burgos – Consultor Hidráulico, *Estudio Hidrológico e Hidráulico para la determinación de drenajes pluviales – Proyecto del Centro Ambiental para los residuos del Área Metropolitana de Mendoza*, 2014.
- Ing. Agrimensor Raúl Manino, *Informe de Estudios Topográficos – Expediente Licitatorio N° 955-S-2013-03792*, Mendoza, 2013.
- Ing. Edgardo Espinoza – Consultor de Obras Civiles y Medio Ambiente, *Diseño Primer Módulo de Disposición Final de RSU – Centro Ambiental El Borbollón*, Mendoza, 2014.
- Unidad de Proyecto Críticos – Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales, *Proyecto Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para la Zona Metropolitana de Mendoza – Informe 1: Estudio de Diagnóstico, Informe 2: Estudio de Alternativas de proyecto, Informe 3: Ingeniería de Detalle*, Mendoza, 2013.
- Universidad Tecnológica Nacional – FRM, Consultoría Proyecto Gestión de la Contaminación – Componente B “Gestión Integral de Calidad Ambiental a nivel provincial y/o municipal”, SAyDS, *Sistemas de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (SGIRSU)-Área Metropolitana Mendoza – Anexo Capítulo 5: Estudio de Impacto Ambiental*, Mendoza, 2004.

ANEXOS

MANIFESTACIÓN GENERAL DE IMPACTO AMBIENTAL

**Centro Ambiental El Borbollón
Departamento de Las Heras**

2014 (modificado 2017)

Dirección de Protección Ambiental

**Secretaría de Ambiente y Ordenamiento
Territorial**

LISTADO DE ANEXOS

- ANEXO 1:** Planos de Proyecto Ejecutivo
- ANEXO 2:** Memoria Técnica y Operativa del Centro Ambiental El Borbollón
- ANEXO 3:** Memoria de Cálculo de Ventilación
- ANEXO 4:** Memoria de Cálculo de Iluminación
- ANEXO 5:** Memoria de Cálculo de Consumo de Agua
- ANEXO 6:** Cálculo de Generación de Lixiviados y Sistema de Gestión
- ANEXO 7:** Cálculo de Generación de Biogás y Sistema de Gestión
- ANEXO 8:** Estudios de Suelo Terreno de Implantación
- ANEXO 9:** Monitoreos Calidad de Agua del Canal Moyano
- ANEXO 10:** Proyecto Hidráulico
- ANEXO 11:** Estudios Topográficos Terreno de Implantación
- ANEXO 12:** Monitoreo Agua Subterránea CDF Residuos Patogénicos tratados
- ANEXO 13:** Monitoreo Calidad del Aire CDF Residuos Patogénicos tratados
- ANEXO 14:** Monitoreo Contaminantes Atmosféricos Planta de Tratamiento Residuos Patogénicos
- ANEXO 15:** Perfil de Suelo D – D. Microzonificación Sísmica Gran Mendoza – INPRES
- ANEXO 16:** Diseño Módulo de Disposición Final
- ANEXO 17:** Matrices de Identificación y Valoración de Impactos Ambientales
- ANEXO 18:** Resolución N°444 – Inicio Procedimiento Evaluación de Impacto Ambiental