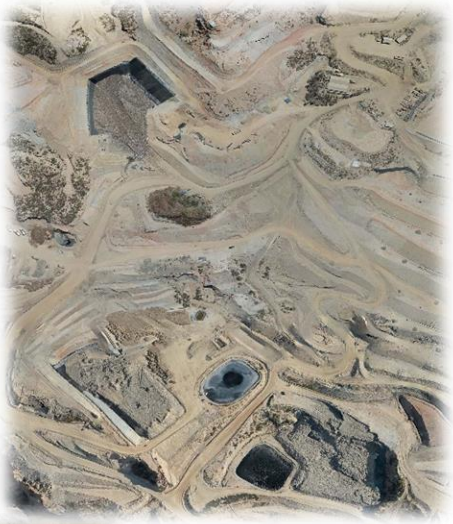
Ministerio de Medio Ambiente y Agua

Empresa Consultora los Álamos IC Ingenieros Consultores S.R.L.



"Auditoría Ambiental por Peligro Inminente del Relleno Sanitario Nuevo Jardín – Municipio de La Paz"

Informe Fase 3 – Reporte Final

La Paz, Julio de 2020

INDICE DE TEXTOS

Siglas 1
A. Informe Técnico 3
A.1 Antecedentes de la Auditoria Ambiental 3
A.1.1 Descripción de la AOP: Relleno Sanitario NJA 3
A.1.2 Descripción de la AOP: Deslizamiento de Residuos en el RSNJA 8
A.1.3 Grado de Afectación 9
A.2 Identificación y Evaluación de las Causas del Colapso 10
A.2.1 Estrategia Metodológica para Deducir las Posibles Causas del Deslizamiento 11
A.2.2 Evaluación de los Factores Relacionados con el Deslizamiento 12
A.2.2.1 Identificación de las Celdas Afectadas 12
A.2.2.2 Pendiente del talud de las Celdas Afectadas 13
A.2.2.3 Infiltración del escurrimiento superficial a las Celdas afectadas 14
A.2.2.4 Antiguas actividades inherentes a las celdas afectadas por el deslizamiento 16
A.2.2.5 Método de rampa en la conformación de las Celdas afectadas por el deslizamiento 17
A.2.2.6 Precipitación pluvial 19
A.2.2.6.1 Deficiente sistema de evacuación de líquidos lixiviados 19
A.3 Análisis de las causas que posiblemente ocasionaron el deslizamiento 20
A.3.1 Falta de diseño y planificación del desarrollo de las celdas y Macroceldas 20
A.3.1.1 Identificación y Evaluación del Grado de Afectación a Otras Infraestructuras Dentro del RSNJA 21
A.3.2 Volumen y Superficie del deslizamiento. 22
A.3.2.1 Cálculo del Área Afectada por el Colapso 22
A.3.2.2 Cálculo del volumen de residuos desplazado 23
A.3.3 Volumen de Lixiviado Descargado en el Deslizamiento 24
A.3.4 Análisis Comparativo de Diseños de Ingeniería 24
A.3.5 Disposición de Celdas y Macroceldas 24
A.3.6 Descripción del Área de Estudio 25
A.3.7 Área de influencia Directa (AID) 25
A.3.7.1 RSNJ 28
A.3.7.2 Área de Deslizamiento y Derrame 28
A.3.7.3 Adicional 28
A.3.7.4 Celda 15 28
A.3.8 Área de Influencia Indirecta 28
A.3.8.1 Línea de Medio Ambiente 30
A.3.8.2 Línea Socioeconómica (Predominancia de Salud) 32
A.3.9 Área Total de Estudio (sumadas las áreas Directa e Indirecta) 32
A.4 Identificación y Evaluación de Condiciones Previas 32
A.4.1 Evaluación por Períodos 32
A.4.2 Condiciones Previas Ambientales 97
A.4.2.1 Agua: Calidad de Aguas Superficiales, año 2010. 97
A.4.2.2 Aire: Calidad del Aire: Ruido, PST, Partículas Biológicas Viables y Biogás. 97
A.4.2.2.1 Biogás, 2010 97
A.4.2.2.2 Ruido, año 2010 97
A.4.2.2.3 Partículas Suspendidas Totales (PST), año 2010 98
A.4.2.2.4 Partículas Biológicas Viables, año 2010 98
A.4.3 Condiciones Previas Informes de Monitoreo Anual (IMA´s) 98

A.4.3.1 Agua: Calidad de Aguas Superficiales, años 2010-2018 98
A.4.3.2 Calidad de Aguas Subterráneas, años 2010-2018 99
A.4.3.2.1 Lixiviado 100
A.4.3.3 Aire: Ruido, años 2010 – 2018 100
A.4.3.3.1 Partículas Suspendidas Totales (PST) y Partículas Menores a 10 Micrones (PM10), años 2010 – 2018 101
A.4.3.3.2 Partículas Biológicas Viables, años 2010 – 2018 101
A.4.3.3.3 Gases de combustión 102
A.4.3.3.4 Biogás, años 2010 - 2018 102
A.4.3.4 Suelos: Calidad química de suelos, años 2010 – 2018 102
A.4.3.5 Situación de la vegetación, años 2010 – 2018 105
A.4.3.6 Situación del factor fauna, años 2010 – 2018 105
A.4.3.7 Social: Situación socioeconómica del área, años 2010 – 2018 105
A.4.4 Situación Ambiental Actual 105
A.4.4.1 Alcance 106
A.4.4.2 Objetivo General 108
A.4.4.3 Objetivos Específicos 108
A.4.4.4 Metodología 108
A.4.4.4.1 Trabajo en gabinete y campo 108
A.4.4.4.2 Caracterización de factores ambientales 108
A.4.4.5 Medio Físico Abiótico 109
A.4.4.5.1 Clima 109
A.4.4.5.1.1 Red Meteorológica disponible 109
A.4.4.5.1.2 Caracterización Climática de la Zona en Estudio 110
A.4.4.5.1.3 Temperatura 110
A.4.4.5.1.4 Nubes 110
A.4.4.5.1.5 Precipitación 111
A.4.4.5.1.6 Variación de la precipitación pluvial promedio 111
A.4.4.5.1.7 Sol 112
A.4.4.5.1.8 Humedad 112
A.4.4.5.1.9 Viento 113
A.4.4.5.2 Geología 113
A.4.4.5.2.1 Clasificación de Suelos Presentes en el Área 113
A.4.4.5.2.2 Geología 114
A.4.4.5.2.3 Fisiografía 114
A.4.4.5.2.4 Geología Local 114
A.4.4.5.2.5 Geología Estructural 114
A.4.4.5.2.6 Geomorfología 116
A.4.4.5.2.6.1 Farellones o escarpes 116
A.4.4.5.2.6.2 Relieves abruptos 116
A.4.4.5.2.6.3 Remoción en masa 116
A.4.4.5.2.6.4 Red de Drenaje Natural 120
A.4.4.5.2.7 Geodinámica 121
A.4.4.5.2.8 Riesgos Geológicos 121
A.4.4.5.2.9 Identificación de Riesgos de corto, mediano y largo plazo. 122
A.4.4.5.2.10 Sismicidad 123
A.4.4.5.3 Estudio geofísico 125
A.4.4.5.4 Estudio Geotécnico 126
A.4.4.5.4.1 Descripción del Macizo Rocoso 126
A.4.4.5.4.2 Estudio de Suelos 131
A.4.4.5.4.2.1 Exploración y muestreo 131
A.4.4.5.4.3 Ensayos in situ 132
A.4.4.5.4.3.1 Descripción litológica 132
A.4.4.5.4.3.2 Ensayos de penetración estándar (SPT) 133
A.4.4.5.4.3.3 Ensayos de permeabilidad 134
A.4.4.5.4.4 Otros ensayos 135
A.4.4.5.4.4.1 Clasificación Unificada 135
A.4.4.5.4.4.2 Cohesión 136
A.4.4.5.4.4.3 Ángulo de fricción 137
A.4.4.5.4.4.4 Peso específico 137
A.4.4.5.4.5 Perforaciones 137

A.4.4.5.5 Hidrología 140
A.4.4.5.5.1 Descripción de la cuenca 140
A.4.4.5.5.2 Determinación de caudales máximos 144
A.4.4.6 Hidrogeología 147
A.4.4.7 Estabilidad de Taludes 149
A.4.4.7.1 Metodología de Estudios 149
A.4.4.7.2 Planteamiento del Problema 150
A.4.4.7.3 Objeto 150
A.4.4.7.4 Alcance 150
A.4.4.7.4.1 Riesgos Geológicos 150
A.4.4.7.5 Análisis de Estabilidad de Taludes 150
A.4.4.7.5.1 Estabilidad 151
A.4.4.7.5.2 Método de Análisis de Estabilidad 151
A.4.4.7.5.3 Factor de Seguridad 151
A.4.4.7.5.4 Parámetros Geotécnicos del Diseño 152
A.4.4.7.5.5 Sismicidad 153
A.4.4.7.5.6 Secciones de Análisis 154
A.4.4.7.5.7 Modelación Caso Estático 156
A.4.4.7.5.7.1 Sección 1-1 156
A.4.4.7.5.7.2 Sección 2-2 157
A.4.4.7.5.7.3 Sección 3-3 158
A.4.4.7.5.7.4 Sección 4-4 159
A.4.4.7.5.8 Modelación Caso Pseudo-Estático 160
A.4.4.7.5.8.1 Sección 1-1 160
A.4.4.7.5.8.2 Seccion 2-2 161
A.4.4.7.5.8.3 Sección 3-3 162
A.4.4.7.5.8.4 Sección 4-4 163
A.4.4.7.5.9 Resumen de Resultados 163
A.4.4.8 Balance Hídrico 166
A.4.4.8.1 Procedimiento 167
A.4.4.8.2 Planteamiento del modelo conceptual 167
A.4.4.8.3 Cuantificación de los términos del balance 168
A.4.4.8.4 Cuantificación Análoga 170
A.4.4.8.5 Enclave geográfico e historia del vertido. 170
A.4.4.8.6 Recopilación y tratamiento de datos climatológicos 171
A.4.4.8.7 Flujos de entrada y de salida en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín 173
A.4.4.8.8 Volumen de lixiviado generado 173
A.4.4.9 Pluma Contaminante 175
A.4.4.9.1 Generalidades 176
A.4.4.9.2 Ejemplo de Modelo Conceptual 176
A.4.4.9.3 Definición de las propiedades de las zonas 177
A.4.4.9.4 Condiciones de Borde 178
A.4.4.9.5 Grilla de diferencias finitas 178
A.4.4.9.6 Modelo Conceptual - Aplicación. 178
A.4.4.9.6.1 Modelo Conceptual (Estático). 179
A.4.4.9.6.2 Modelo Conceptual (Transitorio) 180
A.4.4.9.7 Transporte de Contaminantes. 180
A.4.5 Calidad de los factores ambientales 182
A.4.5.1 Calidad del Aire: PM10, Partículas Biológicas Viables, Biogás y Olores 182
A.4.5.1.1 Partículas Menores a 10 micrones (PM10) 182
A.4.5.1.2 Partículas Biológicas Viables (PBV) 183
A.4.5.1.3 El biogás 184
A.4.5.1.4 Olor 186
A.4.5.2 Calidad de agua 188
A.4.5.2.1 Aguas superficiales 188
A.4.5.2.2 Calidad de Aguas Subterráneas 192
A.4.5.3 Lixiviado 195
A.4.5.3.1 Calidad de los Suelos 197
A.4.6 Medio Físico Biótico 199

A.4.6.1 Vegetación 199
A.4.6.1.1 Muestreo de Vegetación 199
A.4.6.1.2 Descripción de las áreas de muestreo en el RSNJ 200
A.4.6.1.3 Vegetación potencial 203
A.4.6.1.4 Vegetación Real 204
A.4.6.1.4.1 Tipo de vegetación 204
A.4.6.2 Fauna 208
A.4.6.2.1 Muestreo de Fauna 208
A.4.6.2.2 Especies registradas en general y por sector 208
A.4.6.2.3 Fauna potencial 210
A.4.6.2.4 Fauna Real: Inventario faunístico 211
A.4.6.3 Estado de conservación actual de las especies 213
A.4.6.4 Medio Perceptual (flora y fauna) 213
A.4.6.4.1 Análisis cualitativo de la pérdida de modificación del paisaje 213
A.4.6.4.2 Modificación del paisaje y su relación con la flora y fauna 213
A.5 Evaluación del Impacto del RSNJ en la Salud 214
A.5.1 Metodología. 214
A.5.1.1 Área y población del estudio 214
A.5.1.2 Diseño 215
A.5.1.3 Criterios de selección. 215
A.5.2 Resultados 215
A.5.3 Perfil Epidemiologico de los Centros de Salud. 227
A.5.4 Otros Resultados 229
A.6 Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales Negativos 233
A.6.1 Impactos generados por la AOP (Amenaza) 233
A.6.2 Identificación de Impactos generados por la AOP 234
A.6.3 Inventario y Evaluación de Impactos Negativos 238
A.6.3.1 Componente Abiótico – Vulnerabilidad Abiótica 239
A.6.3.1.1 Factor agua superficial 239
A.6.3.1.2 Factor agua subterránea 240
A.6.3.1.3 Factor suelo 241
A.6.3.1.4 Factor aire 242
A.6.3.1.5 Factor ecológico biológico 243
A.6.3.1.6 Componente biótico – Vulnerabilidad biótica 243
A.6.3.1.7 Componente socioeconómico – Vulnerabilidad social y económica 244
A.6.4 Deteccion de los Impactos Negativos 244
A.6.4.1 Metodología 244
A.7 Medidas de Mitigación y las Alternativas de Adecuación y/o Remediación 248
A.7.1 Medidas de Mitigación 248
A.7.1.1 Medidas de Mitigación y Adecuación Administrativas 248
A.7.1.2 Medidas de Mitigación Técnicas 248
A.7.1.3 Medidas de Mitigación Ambientales 249
A.7.1.3.1 Calidad del Aire 249
A.7.1.3.2 Aguas Superficiales y Subterráneas 253
A.7.1.3.3 Residuos Sólidos 254
A.7.1.3.4 Sustancias Peligrosas 254
A.7.1.3.5 Riesgos 254
A.7.1.3.6 Suelos y Subsuelos 255
A.7.2 Remediación Ambiental 255
A.7.2.1.1 Impacto del RSNJ a Quebrada Alpacoma en aguas superficiales, subterráneas y lixiviados: 257
A.7.3 Propuestas de Remediación Ambiental 258

A.7.4 Evaluación de las Medidas Implementadas para la Atención del Suceso en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín 261
A.7.4.1 Plan de Contingencias Específico 262
A.8 Costos 271
A.8.1 Costos Técnicos 271
A.8.2 Costos Ambientales 272
A.9 Sistema de Información Geográfica SIG 273
A.9.1 Construcción del SIG 273
A.9.1.1 Armado de GeoDataBase 273
A.9.1.2 Recopilación de Información Geoespacial 273
A.9.1.3 Menús 273
A.9.1.4 Incorporación de Datos 277
A.9.1.5 Toma de coordenadas UTM 277
A.9.1.6 Software ArcGIS 277
A.10 Hallazgos de la Auditoria Ambiental 277
A.10.1 Hallazgos 277
A.10.1.1 Hallazgo 1 277
A.10.1.2 Hallazgo 2. 279
A.10.1.3 Hallazgo 3. 280
A.10.1.4 Hallazgo 4. 281
A.10.1.5 Hallazgo 5.- 283
A.10.1.6 Hallazgo 6. 283
A.10.1.7 Hallazgo 7. 284
A.10.1.8 Hallazgo 8. 285
A.10.1.9 Hallazgo 9. 286
A.10.1.10 Hallazgo 10. 287
A.10.1.11 Hallazgo 11. 288
A.10.1.12 Hallazgo 12. 290
B. Informe Legal 293
B.1 Antecedentes 293
B.2 Marco Normativo 293
B.3 Consideraciones Legales 294
B.3.1 Hallazgos 294
B.4 Compromisos asumidos en la Licencia Ambiental 304
B.4.1 Verificacion de cumplimiento de requerimiento 305
B.4.2 Licencias Ambientales, Autorizaciones y otros requerimientos técnicos y administrativos en el marco de los Reglamentos Generales a la Ley del Medio Ambiente 310
B.4.3 Disposiciones emanadas por la AACN 314
B.5 Conclusiones 331
B.6 Recomendaciones 333
C. Dictamen de la Auditoria Ambiental 334
C.1 Antecedentes 334
C.2 Conclusiones Generales 334
C.3 Conclusiones Técnicas 336
C.3.1 Causas del colapso 336
C.3.2 Hidrogeología 336

AA ALPA 05

C.3.3 Geología 336
C.3.4 Geotecnica y Geofísica 338
C.3.5 Ambientales 338
C.3.6 Salud 339
C.3.7 Estabilidad de Taludes 340
C.4 Recomendaciones Técnicas Para la Implementación de Medidas 341
C.5 Identificación de Infracciones a Disposiciones Legales 346

D. Resumen Ejecutivo 371
D.1 Informe Técnico 371
D.1.1 Antecedentes de la Auditoria Ambiental 371
D.1.1.1 Localización 371
D.1.2 Objetivos y Alcances de la Auditoría 372
D.1.2.1 Objetivo General 372
D.1.2.2 Objetivos Específicos 372
D.1.2.3 Alcance 373
D.1.2.3.1 Periodo de la Auditoría 373
D.1.2.3.2 Limitaciones 373
D.1.3 Descripción del Proyecto, Obra o Actividad Auditada (AOP) 373
D.1.3.1 Ámbitos de Interés 373
D.1.3.2 Descripción de la AOP: Relleno Sanitario NJA 374
D.1.3.2.1 Descripción de la AOP: Deslizamiento de Residuos en el RSNJA 375
D.1.3.2.2 Grado de Afectación 377
D.1.3.2.3 Identificación y Evaluación de las Causas del Colapso 377
D.1.3.2.4 Identificación de las Celdas Afectadas 378
D.1.3.2.5 Causas del Colapso 379
D.1.3.3 Análisis de las causas que posiblemente ocasionaron el deslizamiento 379
D.1.3.3.1 Falta de diseño y planificación del desarrollo de las celdas y Macroceldas 380
D.1.3.3.2 Volumen y Superficie del deslizamiento 381
D.1.3.3.2.1 Cálculo del Área Afectada por el Colapso 381
D.1.3.3.2.2 Cálculo del volumen de residuos desplazado 382
D.1.3.3.3 Volumen de Lixiviado Descargado en el Deslizamiento 382
D.1.3.3.4 Análisis Comparativo de Diseños de Ingeniería 382
D.1.4 Descripción del Área de Estudio 383
D.1.4.1 Área de influencia Directa (AID) 383
D.1.4.1.1 RSNJ 383
D.1.4.1.2 Área de Deslizamiento y Derrame 383
D.1.4.1.3 Adicional 383
D.1.4.1.4 Celda 15 383
D.1.4.2 Área de Influencia Indirecta 383
D.1.4.2.1 Línea de Medio Ambiente 384
D.1.4.2.2 Línea Socioeconómica (Predominancia de Salud) 384
D.1.4.3 Área Total de Estudio (sumadas las áreas Directa e Indirecta) 385
D.1.5 Identificación y Evaluación de Condiciones Previas 385
D.1.5.1 Evaluación por Períodos 385
D.1.5.2 Condiciones Previas Ambientales 388
D.1.5.2.1 Agua: Calidad de Aguas Superficiales, año 2010. 388
D.1.5.2.2 Aire: Calidad del Aire: Ruido, PST, Partículas Biológicas Viables y Biogás. 388
D.1.5.2.2.1 Biogás, 2010 388
D.1.5.2.2.2 Ruido, año 2010 388
D.1.5.2.2.3 Partículas Suspendidas Totales (PST), año 2010 389
D.1.5.2.2.4 Partículas Biológicas Viables, año 2010 389
D.1.5.3 Condiciones Previas Informes de Monitoreo Anual (IMA´s) 389

D.1.5.3.1 Agua: Calidad de Aguas Superficiales, años 2010-2018 389
D.1.5.3.1.1 Calidad de Aguas Subterráneas, años 2010-2018....390
D.1.5.3.1.2 Lixiviado 390
D.1.5.3.2 Aire: Ruido, años 2010 – 2018....391
D.1.5.3.2.1 Partículas Suspendidas Totales (PST) y Partículas Menores a 10 Micrones (PM10) 391
D.1.5.3.2.2 Partículas Biológicas Viables, años 2010 – 2018....391
D.1.5.3.2.3 Gases de combustión 392
D.1.5.3.2.4 Biogás, años 2010 - 2018....392
D.1.5.3.3 Suelos: Calidad química de suelos, años 2010 – 2018....393
D.1.5.3.4 Situación de la vegetación, años 2010 – 2018....393
D.1.5.3.5 Situación del factor fauna, años 2010 – 2018 394
D.1.5.3.6 Social: Situación socioeconómica del área, años 2010 – 2018 394
D.1.6 Situación Ambiental Actual 394
D.1.6.1 Alcance.... 394
D.1.6.2 Objetivo General.... 394
D.1.6.3 Objetivos Específicos 394
D.1.6.4 Metodología 395
D.1.6.4.1 Trabajo en gabinete y campo 395
D.1.6.4.2 Caracterización de factores ambientales 395
D.1.6.5 Medio Físico Abiótico.... 395
D.1.6.5.1 Clima....395
D.1.6.5.2 Aspectos Geológicos....396
D.1.6.5.3 Estudio geofísico....396
D.1.6.5.4 Estudio Geotécnico....397
D.1.6.5.5 Hidrología 398
D.1.6.5.6 Hidrogeología 398
D.1.6.5.7 Estabilidad de Taludes....399
D.1.6.6 Balance Hídrico 400
D.1.6.6.1 Procedimiento 400
D.1.6.6.2 Planteamiento del modelo conceptual 400
D.1.6.6.3 Cuantificación de los términos del balance 400
D.1.6.6.4 Cuantificación Análoga 401
D.1.6.6.5 Enclave geográfico e historia del vertido. 401
D.1.6.6.6 Recopilación y tratamiento de datos climatológicos....401
D.1.6.6.7 Flujos de entrada y de salida en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín....401
D.1.6.6.8 Volumen de lixiviado generado 402
D.1.6.7 Pluma Contaminante 402
D.1.6.8 Calidad de los factores ambientales 403
D.1.6.9 Evaluación del Impacto del RSNJ en la Salud 406
D.1.6.9.1 Resultados 407
D.1.6.9.2 Otros Resultados 407
D.1.6.10 Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales Negativos.... 408
D.1.6.10.1 Impactos generados por la AOP (Amenaza) 408
D.1.6.10.2 Identificación de Impactos generados por la AOP....408
D.1.6.10.3 Inventario y Evaluación de Impactos Negativos 409
D.1.6.10.4 Deteccion de los Impactos Negativos....409
D.1.6.11 Medidas de Mitigación y las Alternativas de Adecuación y/o Remediación 410
D.1.6.11.1 Medidas de Mitigación 410
D.1.6.11.2 Remediación Ambiental 412
D.1.6.11.3 Propuestas de Remediación Ambiental....414
D.1.6.12 Evaluación de las Medidas Implementadas.... 414
D.1.6.13 Plan de Contingencias Específico.... 415
D.1.6.14 Costos 415
D.1.7 Sistema de Información Geográfica SIG 416
D.1.8 Hallazgos de la Auditoria Ambiental 416
D.2 Informe Legal 417

D.2.1 Antecedentes 417
D.2.2 Marco Normativo 417
D.2.3 Consideraciones Legales 418
D.2.3.1 Hallazgos 418
D.2.4 Compromisos asumidos en la Licencia Ambiental 418
D.2.4.1 Verificacion de cumplimiento de requerimientos 419
D.2.4.2 Licencias Ambientales, Autorizaciones y otros requerimientos 419
D.2.5 Disposiciones emanadas por la AACN 419
D.2.6 Conclusiones 419
D.2.7 Recomendaciones 421
D.3 Dictamen de la Auditoria Ambiental 421
D.3.1 Antecedentes 421
D.3.2 Conclusiones Generales 421
D.3.3 Conclusiones Técnicas 422
D.3.3.1 Geología 422
D.3.3.2 Geotecnia y Geofísica 422
D.3.3.3 Ambientales 423
D.3.3.4 Salud 423
D.3.4 Recomendaciones Técnicas Para la Implementación de Medidas 424
D.3.5 Identificación de Infracciones a Disposiciones Legales 425

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro A-1 Distribución del Área Operativa 3
Cuadro A-2 Operación de las Celdas Diaria 3
Cuadro A-3 Sistema de Conducción de Aguas Pluviales 4
Cuadro A-4 Sistema de Captación de Biogas 5
Cuadro A-5 Vías de Circulación Interna 6
Cuadro A-6 Planta de Tratamiento de Lixiviados 7
Cuadro A-7 Estado de las Celdas posterior al Deslizamiento 8
Cuadro A-8 Acápite 8.2 del Plan de Contingencia Específico Deslizamiento RSNJ 10
Cuadro A-9 Afectación a la Planta de Tratamiento de Lixiviados 21
Cuadro A-10 Afectación a las Vías de Acceso Internas 21
Cuadro A-11 Afectación a Cunetas Pluviales 22
Cuadro A-12 IECP – Plan de Emergencia 34
Cuadro A-13 IECP – ParticularIdades Contenidas en el Plan Emergencia 36
Cuadro A-14 Licencia Eventuales – Aspectos Administrativos 42
Cuadro A-15 - IECP - Manifiesto Ambiental – Área Administrativa 43
Cuadro A-16 IECP – Manifiesto Ambiental - Aspectos Físicos 44
Cuadro A-17 IECP Manifiesto Ambiental – Descripción de las Operaciones 45
Cuadro A-18 IECP – Manifiesto Ambiental - Generación y Emisión de Contaminantes 49
Cuadro A-19 IECP Manifiesto Ambiental - Información Adicional 50
Cuadro A-20 IECP – Manifiesto Ambiental - Analisis de Riesgo – Plan de Contingencias 50
Cuadro A-21 IECP – Identificación de Deficiencias y Efectos – Anexo A Manifiesto Ambiental 52
Cuadro A-22 IECP – Manifiesto Ambiental – Plan de Adecuación Ambiental – Anexo B 53
Cuadro A-23 IECP – Manifiesto Ambiental - Programa de Monitoreo – Anexo C 54
Cuadro A-24 IECP – Manifiesto Ambiental Anexo 1 – PAA – PASA 55
Cuadro A-25 IECP – Manifiesto Ambiental Anexo 2 – Descripción de la Actividad 57
Cuadro A-26 Procedimiento Administrativo Seguido para Obtención de Licencia 93
Cuadro A-27 Caracterizacion de factores ambientales 108
Cuadro A-28 Estaciones Meteorológicas Disponibles 109
Cuadro A-29 Características de suelos 147
Cuadro A-30 Escala de Pierre Boutin para grado de contaminación 183
Cuadro A-31 Vegetación Potencial 203

Cuadro A-32 Fauna Potencial 210
Cuadro A-33 Inventario Faunístico 211
Cuadro A-34 Medidas de Remediación Factor Aire 256
Cuadro A-35 Impacto del RSNJ en aguas y lixiviados 257
Cuadro A-36 Propuesta de Remediación 258
Cuadro A-37 Propuesta Remediación para biogás 259
Cuadro A-38 Evaluación de cumplimiento - Plan de Cotingencia RSNJA 263
Cuadro D-1 Estado de las Celdas posterior al Deslizamiento 375

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema A-1 Geología Regional – Estratigrafía 115
Esquema A-2 Geomorfología 117
Esquema A-3 Geografía Local – Estratigrafía 119
Esquema A-4 Red de Drenaje Natrural 120
Esquema A-5 Menú SIG I 274
Esquema A-6 Menú SIG II 275
Esquema A-7 Menú SIG III 276

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura A-1 Delimitación de Celdas y Estanques de Lixiviado construidas por TERSA S.A. 4
Figura A-2 Ubicación de captadores de biogás antes del deslizamiento 6
Figura A-3 Instalaciones de la Planta de Tratamiento de Lixiviados anterior al deslizamiento 7
Figura A-4 Mapa del grado de afectación del deslizamiento 9
Figura A-5 Diagrama de la Estrategia metodológica 11
Figura A-6 Celdas afectadas por el deslizamiento 13
Figura A-7 Sección crítica del pie de talud y nivel de desplante de las celdas afectadas por el deslizamiento 14
Figura A-8 Falta de canal de coronamiento en la Macrocelda 4 15
Figura A-9 Imagen satelital junio 2009, antiguas actividades inherentes a las celdas afectadas por el deslizamiento 17
Figura A-10 Imagen satelital del 19 mayo 2012 - Método de rampa en la conformación 18
Figura A-11 Imagen satelital de septiembre 2015 - Método de rampa en la conformación 18
Figura A-12 Afectación a Vías Internas 22
Figura A-13 Área afectada por el colapso 23
Figura A-14 Etapas de formación de los pseudo-karst 118
Figura A-15 Diagrama de las partes de un deslizamiento de tipo rotacional 121
Figura A-16 Mapa de actividad sísmica en Bolivia 124
Figura A-17 Descripción Litológica y Diseño de Pozo PP-4 139
Figura A-18 Componentes de entrada y salida del RSNJ 148
Figura A-19 Modelación de Flujo y Transporte de Aguas RSNJ 149
Figura A-20 Parámetros resistentes para diseño de rellenos Sanitarios 153
Figura A-21 Balance Hídrico 167
Figura A-22 Visual Modflow – Modelo Conceptual (1) 176
Figura A-23 Visual Modflow – Modelo Conceptual (2) 177
Figura A-24 Visual Modflow – Condiciones de Borde 178
Figura A-25 Modelo Conceptual – Aplicación (1) 179
Figura A-26 Modelo Conceptual – Aplicación (2) 179
Figura A-27 Modelo Conceptual Estático 180
Figura A-28 Modelo Conceptual Transitorio 180
Figura A-29 Para el día 30 181
Figura A-30 Para el día 60 181
Figura A-31 Para el día 90 181
Figura A-32 Para el día 120 181
Figura A-33 Para el día 180 181
Figura A-34 Para el día 210 181
Figura A-35 Para el día 240 182
Figura A-36 Para el día 300 182
Figura A-37 Para el día 330 182
Figura A-38 Para el día 360 182

AA ALPA 09

Figura A-39 Flujo de Proceso de Lixiviado 260
Figura D-1 Delimitación de Celdas y Estanques de Lixiviado construidas por TERSA S.A. 375
Figura D-2 Mapa del grado de afectación del deslizamiento 377
Figura D-3 Diagrama de la Estrategia metodológica 378
Figura D-4 Celdas afectadas por el deslizamiento 379
Figura D-5 Área afectada por el colapso 381

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía A-1 Falta de canal perimetral en el coronamiento de la Macrocelda 4 16
Fotografía A-2 Perforación del pozo PP-4 138
Fotografía A-3 Resultados del PM10 183
Fotografía A-4 Captadores de Biogás 185
Fotografía A-5 Medición de la concentración de olor a través del nivel de SH_2 en el aire 188
Fotografía A-6 Toma de muestra AG-01 AA-ALPA 189
Fotografía A-7 Toma de muestra AG-02 189
Fotografía A-8 Toma de muestra AG-04 AA-ALPA 189
Fotografía A-9 Toma de muestra AG-03 AA-ALPA 189
Fotografía A-10 Base de talud y banquina 7 195
Fotografía A-11 Depósito de "queques" 195
Fotografía A-12 Al centro una panoramica del sitio 1, a los costados los transectos 1 y 2 200
Fotografía A-13 Al centro una panoramica del sitio 1, a los costados los transectos 1 y 2 200
Fotografía A-14 Al centro un terraplén sitio 2, a los costados los transectos 3 y 4 200
Fotografía A-15 Área de muestreo Sitio 3, transectos 5 y 6 201
Fotografía A-16 Vista superior del sitio 4, transectos 7 y 8 201
Fotografía A-17 Panorama del sitio 5 203
Fotografía A-18 Especies frecuentes en el sitio 6 saliendo del RSNJ *Opuntia sulphurea y Oreocereus fossulatus* 203

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico A-1 Partículas Biológicas Viables 101
Gráfico A-2 Nubosidad 111
Gráfico A-3 Posibilidad Diaria de Precipitación 111
Gráfico A-4 Horas de Luz Natural 112
Gráfico A-5 Niveles de Humedad 112
Gráfico A-6 Velocidad Promedio del Viento 113
Gráfico A-7 Curvas de intensidad Duración y Frecuencia Estación Achocalla 146
Gráfico A-8 Incrementos reales 170
Gráfico A-9 Volumen Acumulado de Residuos Ingresados al RSNJ 171
Gráfico A-10 Evapotranspiración Potencial Elegida 172
Gráfico A-11 Perfil de Concentración de SH_2 en RSNJ 187
Gráfico A-12 Aguas Superficiales AA Alpacoma 191
Gráfico A-13 Aguas Subterráneas 194
Gráfico A-14 Perfil Epidemiológico 1 224
Gráfico A-15 Perfil Epidemiológico 2 225
Gráfico A-16 Comparación del Perfil Epidemiológico (1) 225
Gráfico A-17 Comparación del perfil epidemiológico (2) 226
Gráfico A-18 Percepción de Problemas Ambientales 226
Gráfico A-19 Tendencia del Peso 229
Gráfico A-20 Tendencia de la Talla 230
Gráfico D-1 Partículas Biológicas Viables 392

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración A-1 Área de Influecia Directa 27
Ilustración A-2 Áreas de estudio RSNJA 29

Ilustración A-3 Área de Influencia Indirecta 31
Ilustración A-4 Áreas de Alcance de la AA 107
Ilustración A-5 Temperatura Promedio por hora 110
Ilustración A-6 Ubicación de líneas de estudio geofísico en el RSNJ 126
Ilustración A-7 Ubicación de estaciones geomecánicas 127
Ilustración A-8 Ubicación de pozos de exploración 132
Ilustración A-9 Ubicación del pozo PP-4 en el RSNJ 138
Ilustración A-10 Mapa Hidrográfico 141
Ilustración A-11 Mapa de Isoyetas 142
Ilustración A-12 Mapa de Isotermas 143
Ilustración A-13 Mapa de Cuencas 145
Ilustración A-14 Secciones de análisis sobre Imagen de Dron 155
Ilustración A-15 Formularios de Monitoreo de Lixiviados 196
Ilustración A-16 Mapa de ubicación de los transectos de evaluación de vegetación 202
Ilustración A-17 Mapa de ubicación de puntos de conteo en aves 209
Ilustración A-18 Marco de área seleccionada para la caracterización socioeconómica 231
Ilustración D-1 Localización Puntual 372
Ilustración D-2 Ubicación de líneas de estudio geofísico en el RSNJ 397

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A-1 Grado de afectación del deslizamiento en el RSNJA 9
Tabla A-2 Actividades de la Estrategia Metodológica 12
Tabla A-3 Relación de áreas afectadas por el deslizamiento 22
Tabla A-4 Estanques enterrados 24
Tabla A-5 Disposición de Celdas y Macroceldas 24
Tabla A-6 Superficie de Área Directa 26
Tabla A-7 Superficie de Área Indirecta 30
Tabla A-8 Superficie Total Área de Estudio 32
Tabla A-9 Partículas Biológicas Viables 98
Tabla A-10 Indicadores de calidad hídrica Qda Alpacoma RA-50 98
Tabla A-11 Indicadores de calidad hídrica Qda. Alpacoma RA+100 99
Tabla A-12 Indicadores de calidad hídrica agua subterránea 100
Tabla A-13 Muestras A. Resultados de Análisis Químicos Promedio de Suelos de los IMA's 104
Tabla A-14 Muestras B. Resultados de Análisis Químicos Promedio de Suelos de los IMA's 104
Tabla A-15 Precipitación confiable 109
Tabla A-16 Distribución Mensual de la Precipitación 112
Tabla A-17 Ubicación de perfiles TER 125
Tabla A-18 Detalle de ubicación de estaciones geomecánicas 126
Tabla A-19 Detalle de ubicación de pozos de exploración 131
Tabla A-20 Descripción Litológica de los pozos 132
Tabla A-21 Propiedades de suelos arcillosos 134
Tabla A-22 Resumen de ensayos SPT 134
Tabla A-23 Relación entre el tipo de suelo y el coeficiente de permeabilidad (*) 134
Tabla A-24 Resumen de ensayos SPT 135
Tabla A-25 Designación de símbolos para suelos 135
Tabla A-26 Resumen de clasificación unificada de suelos 136
Tabla A-27 Resumen de ensayos de cohesión 136
Tabla A-28 Resumen de ensayos de ángulo de fricción 137
Tabla A-29 Resumen de ensayos de peso específico 137
Tabla A-30 Ubicación de pozo PP-4 137
Tabla A-31 Descripción del pozo PP-4 139
Tabla A-32 Sub Cuencas 144
Tabla A-33 Cálculo de Caudales Probables (ltr/seg) 147
Tabla A-34 Factor de Seguridad según el grado de estabilidad 152
Tabla A-35 Factor de Seguridad adoptado RSNJ 152
Tabla A-36 Parámetros de diseño adoptado RSNJ 153
Tabla A-37 Resultados Análisis Estático Sección 1-1 156

Tabla A-38 Resultados Análisis estático Sección 2-2 157
Tabla A-39 Resultados Análisis estático Sección 3-3 158
Tabla A-40 Resultados Análisis estático Sección 4-4 159
Tabla A-41 Resultados Análisis Pseudo-estático Sección 1-1 160
Tabla A-42 Resultados Análisis Pseudo-estático Sección 2-2 161
Tabla A-43 Resultados Análisis Pseudo-estático Sección 3-3 162
Tabla A-44 Resultados Análisis Pseudo-estático Sección 4-4 163
Tabla A-45 Resumen de Resultados Análisis Estático 164
Tabla A-46 Resumen de Resultados Análisis Pseudo-Estático. 165
Tabla A-47 Cuantificación de los términos del balance....169
Tabla A-48 Cálculo de Evapotranspiración Potencial 172
Tabla A-49 Volumen de Lixiviado Generado 174
Tabla A-50 Balance Hídrico para 2019 175
Tabla A-51 Zonas Hidrogeológicas 177
Tabla A-52 Resultados de la Calidad del Aire – PM 10 183
Tabla A-53 Partículas Biológicas Viables 183
Tabla A-54 Resumen Captadores 184
Tabla A-55 Ubicación de Captadores de Biogás 184
Tabla A-56 Concentración del Biogás en Condiciones Normales 185
Tabla A-57 Comparación de Mediciones con Valores de Referencia 186
Tabla A-58 Determinación de la máxima concentración de SH_2 emitida 187
Tabla A-59 Resultados de la calidad de Aguas Superficiales, Quebrada Alpacoma y río Achocalla 188
Tabla A-60 Indicadores de Calidad Aguas Superficiales 190
Tabla A-61 Análisis Químicos de Aguas Subterráneas....192
Tabla A-62 Indicadores de calidad de Aguas Subterráneas....193
Tabla A-63 Resultados Analíticos de los Suelos del RSNJ 197
Tabla A-64 Muestreo por Calicatas 197
Tabla A-65 Indicadores de Calidad de los Suelos 198
Tabla A-66 Resultados Analíticos de "queques" del RSNJ....198
Tabla A-67 Indicadores de calidad de "queque" 198
Tabla A-68 Vegetación Real 206
Tabla A-69 Características sociodemográficas en la población del área directa e indirecta 216
Tabla A-70 Ocupación de la población del área indirecta 217
Tabla A-71 Ocupación de la población del área Directa....217
Tabla A-72 Ocupación de la pareja de la población del área directa 218
Tabla A-73 Ocupación de la población del área indirecta 218
Tabla A-74 Procedencia de grupo del área indirecta 218
Tabla A-75 Procedencia de grupo del área directa 219
Tabla A-76 Residencia de grupo del área indirecta 219
Tabla A-77 Residencia del grupo del área directa 219
Tabla A-78 Características socioculturales en ambas poblaciones de estudio....220
Tabla A-79 Características de la vivienda de las dos poblaciones estudiadas 222
Tabla A-80 Características de salud en ambos grupos de estudio 223
Tabla A-81 Perfil epidemiológico de síntomas 223
Tabla A-82 Perfil epidemiológico después del evento del deslizamiento en ambos grupos....224
Tabla A-83 Reporte de mortalidad de algún familiar durante el último año 226
Tabla A-84 Capacitaciones realizadas a las poblaciones de estudio. Gestión 2019 227
Tabla A-85 Principales 15 causas de morbilidad. Centro de salud Achocalla. Primer semestre. Gestión 2019. 227
Tabla A-86 Principales afecciones en la población de Alpacoma Bajo, posterior al deslizamiento....228
Tabla A-87 Principales causas de mortalidad. 228
Tabla A-88 Ficha Técnica Socioeconómica 232
Tabla A-89 Escala de Evaluación 233
Tabla A-90 Impactos Ambientales (vulnerabilidad) 234
Tabla A-91 Evaluación determinación del área de las celdas....235
Tabla A-92 Evaluación proyección de ingresos 235
Tabla A-93 Evaluación generación de lixiviados....235
Tabla A-94 Evaluación generación de biogas 236

Tabla A-95 Evaluación recepción de residuos 236
Tabla A-96 Evaluación vida útil del RSNJ 236
Tabla A-97 Evaluación caracteristicas del terreno 237
Tabla A-98 Evaluación factor agua 239
Tabla A-99 Evaluación factor agua subterránea 240
Tabla A-100 Evaluación factor suelo 241
Tabla A-101 Evaluación factor aire 242
Tabla A-102 Evaluación factor ecológico biológico 243
Tabla A-103 Evaluación componente biótico 243
Tabla A-104 Evaluación componente social y económica 244
Tabla A-105 Rango de significancia 245
Tabla A-106 Matriz de Evaluación de Impactos Negativos 246
Tabla A-107 Medidas de Mitigación y Adecuación Ambiental 250
Tabla A-108 Presupuesto General 271
Tabla A-109 Presupuesto Ambiental 272
Tabla A-110 Hallazgo 1 278
Tabla A-111 Hallazgo 2 280
Tabla A-112 Hallazgo 3 281
Tabla A-113 Hallazgo 4 282
Tabla A-114 Hallazgo 5 283
Tabla A-115 Hallazgo 6 284
Tabla A-116 Hallazgo 7 285
Tabla A-117 Hallazgo 8 286
Tabla A-118 Hallazgo 9 287
Tabla A-119 Hallazgo 10 288
Tabla A-120 Hallazgo 11 290
Tabla A-121 Hallazgo 12 291
Tabla B-1 Formulario General de Verificación de Cumplimiento de Requerimientos Ambientales Previstos en la Legislación Vigente 306
Tabla B-2 Formulario de recopilación y revisión 310
Tabla B-3 Inspección 1ra – 7ma 315
Tabla B-4 Inspección 8va 317
Tabla B-5 Inspección 9na - 10ma 318
Tabla B-6 Inspección 11ma 319
Tabla B-7 Inspección 12da 320
Tabla B-8 Inspecciones 13ra 321
Tabla B-9 Inspecciones 14ta 322
Tabla B-10 Inspecciones 15ta 323
Tabla B-11 Inspecciones 16ta 324
Tabla B-12 Inspección 18va 325
Tabla B-13 Inspección 19na 327
Tabla B-14 Inspección 20va 331
Tabla C-1 Resultados Análisis Pseudo-estático estabilizado 344
Tabla C-2 Verificación de cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales 348
Tabla C-3 Inspección 1ra – 7ma 350
Tabla C-4 Inspección 8va 351
Tabla C-5 Inspección 9na - 10ma 351
Tabla C-6 Inspección 11ma 351
Tabla C-7 Inspección 12da 352
Tabla C-8 Inspecciones 13ra 353
Tabla C-9 Inspecciones 14ta 354
Tabla C-10 Inspección 15ta 354
Tabla C-11 Inspección 16ta 355
Tabla C-12 Inspección 18va 356
Tabla C-13 Inspección 19na 357
Tabla C-14 Inspección 20va 359
Tabla D-1 Objetivos Específicos 372

Tabla D-2 Grado de afectación del deslizamiento en el RSNJA 377
Tabla D-3 Actividades de la Estrategia Metodológica 378
Tabla D-4 Relación de áreas afectadas por el deslizamiento 381
Tabla D-5 Estanques enterrados 382
Tabla D-6 Disposición de Celdas y Macroceldas....382
Tabla D-7 Superficie de Área Directa 383
Tabla D-8 Superficie de Área Indirecta....384
Tabla D-9 Superficie Total Área de Estudio 385
Tabla D-10 Partículas Biológicas Viables 389
Tabla D-11 Concentraciones Lixiviados 390

ÍNDICE DE LÁMINAS

Lámina A-1 Estaciones Geomecánicas (1) 128
Lámina A-2 Estaciones Geomecánicas (2) 129
Lámina A-3 Estaciones Geomecánicas (3) 130

Siglas

AA: Auditoria Ambiental
AACD: Autoridad Ambiental Competente Departamental
AACM: Autoridad Ambiental Competente Municipal
AACN: Autoridad Ambiental Competente Nacional
AID: Área de Influencia Directa
AII: Área de Influencia Indirecta
AOP: Actividad, Obra o Proyecto
CER's: Certificado de Reducción de Emisiones
CIMA: Centro de Investigación Minero Ambiental
CN: Número de Curva
COV: Compuestos Orgánicos Volátiles
DAA: Declaratoria de Adecuación Ambiental
DBC: Documento Base de Contratación
DBO: Demanda Bioquímica de Oxigeno
DIA: Declaratoria de Impacto Ambiental
DQO: Demanda Química de Oxigeno
EDA's: Enfermedades Diarreicas Agudas
EEIA: Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental
EMRSNJ: Estación Meteorológica Relleno Sanitario Nuevo Jardín
EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica
GADLP: Gobierno Autónomo Departamental de La Paz
GAMLP: Gobierno Autónomo Municipal de La Paz
GRINLAB: Laboratorio de la Universidad de Calgary; Calgary-Canadá
HAP's: Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
IDF: Intensidad Duración y Frecuencia
IECP: Identificación y Evaluación de Condiciones Previas
IMA's: Informes de Monitoreo Ambiental
INE: Instituto Nacional de Estadística
IP: Partículas Inhaladas
IRA's: Infecciones Respiratorias Agudas
IRAP: Instrumento de Regulación de Alcance Particular
LA: Licencia Ambiental
LBA: Línea Base Ambiental
LCA: Laboratorio de Calidad Ambiental
LE: Licencia Eventual
LP: Límites Permisibles
MA: Manifiesto Ambiental
MAE: Máxima Autoridad Ejecutiva
MCT: Máxima Concentración Tolerable
MMAyA: Ministerio de Medio Ambiente y Agua
NMOC: Compuestos Orgánicos No Metanogénicos
OMS: Organización Mundial de la Salud

ONG: Organización no Gubernamental
PAA: Plan de Adecuación Ambiental
PASA: Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental
PBV: Partículas Biológicas Viables
PM10: Partículas Menores a 10 Micrones
PPM: Programa de Prevención y Mitigación
PST: Partículas Suspendidas Totales
PTL: Planta de Tratamiento de Lixiviados
RGGA: Reglamento General de Gestión Ambiental
RGRS: Reglamento General de Residuos Solidos
RLASP: Registro y Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas
RMCA: Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica
RMCH: Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica
RP: Partículas Respirables
RPCA: Reglamento de Prevención y Control Ambiental
RRSS: Residuos Sólidos
RS: Relleno Sanitario
RSD: Residuos Sólidos Domésticos
RSM: Residuos Sólidos Municipales
RSNJA: Relleno Sanitario Nuevo Jardín Alpacoma
SEV: Sondeos Eléctricos Verticales
SIG: Sistema de Información Geográfica
SIREMU: Sistema de Regulación Municipal
SGLAB: Inspección y Laboratorio de Calidad
SPT: Ensayo de Penetración Estándar (Standar Penetration Test)
SS: Suelos y Subsuelos
STD: Solidos Totales Disueltos
SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
TDR´s: Términos de referencia
TER: Tomografía Electroresistiva
TERSA: Tratamiento Especializado de Residuos Sólidos y Servicios Ambientales
UFC: Unidad Formadoras de Colonias

A. Informe Técnico

A.1 Antecedentes de la Auditoria Ambiental

Existen dos ámbitos de interés para el presente estudio, por una parte, el relleno sanitario como tal, conformado por las actividades de disposición final de residuos sólidos domésticos y residuos sólidos patógenos, así como las obras civiles y complementarias.

Por otra parte, está el evento del deslizamiento de una masa de residuos sólidos, ocurrido en fecha 15 de enero de 2019. A cuya consecuencia se ha originado la presente Auditoria Ambiental por Peligro Inminente.

A.1.1 Descripción de la AOP: Relleno Sanitario NJA

Para describir las condiciones previas al evento de deslizamiento ocurrido en el relleno sanitario y con fines de respaldo, vamos a reproducir parte del documento "Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma", del GAMLP en abril de 2019.

Cuadro A-1 Distribución del Área Operativa

El RSNJA, estaba diseñado como un relleno en ladera, siendo que durante su operación se empleó los métodos de trinchera y de área combinados, debido a la configuración y topografía del predio.
En este sentido, el RSNJA contaba con cuatro (4) Macroceldas, cada una de estas estaba conformada por varias celdas, las cuales fueron implementadas desde el inicio de operaciones del relleno sanitario durante la gestión 2004 y posteriormente fueron adecuándose al crecimiento de la generación de residuos comunes en el Municipio de La Paz.
Las Macroceldas estaban conformadas de acuerdo al siguiente detalle:

- Macrocelda 1: Celda 1, Celda 2 y Celda 3.
- Macrocelda 2: Celda 4, Celda 5 y Celda 6.
- Macrocelda 3: Celda 7, Celda 8 y Celda 9.
- Macrocelda 4: Celda de Emergencia 1, Celda de Emergencia 2, Celda 10, Celda 12.
- Macrocelda 5: Celda 11 – Fase I, Celda 11 – Fase II, Celda 11 – Fase III.

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre RSNJ - GAMLP

Y la descripción gráfica se muestra en la Figura A-1

Cuadro A-2 Operación de las Celdas Diaria

De acuerdo al Manual de Operaciones del RSNJA, se realizaban las actividades que se mencionan a continuación:
Operación de las Celdas

- Registro y Pesaje de Vehículos, sistema de pesaje de residuos.
- Playa de Descarga y Plataforma de Descarga, estará conformada para facilitar las operaciones, de manera diaria
- Zona de Descarga, facilitará las tareas diarias de descarga de residuos.
- Construcción de la Celda Diaria, se preparará un área para la recepción diaria de residuos. • Altura de la Celda diaria, define la altura máxima de residuos por día.
- Ancho de la Celda diaria, define el ancho máximo de la celda diaria.
- Distribución y Compactación de Residuos Sólidos, define la forma de realizar la compactación de residuos.
- Cobertura diaria, define la altura que debe tener la cobertura diaria de residuos.

Todas las celdas de disposición contaban con la última capa de cobertura de tierra, de 0,15 m de altura, con excepción del área de trabajo, lugar donde se estaban descargando los residuos sólidos la jornada en la que se presentó el deslizamiento.

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre RSNJ - GAMLP

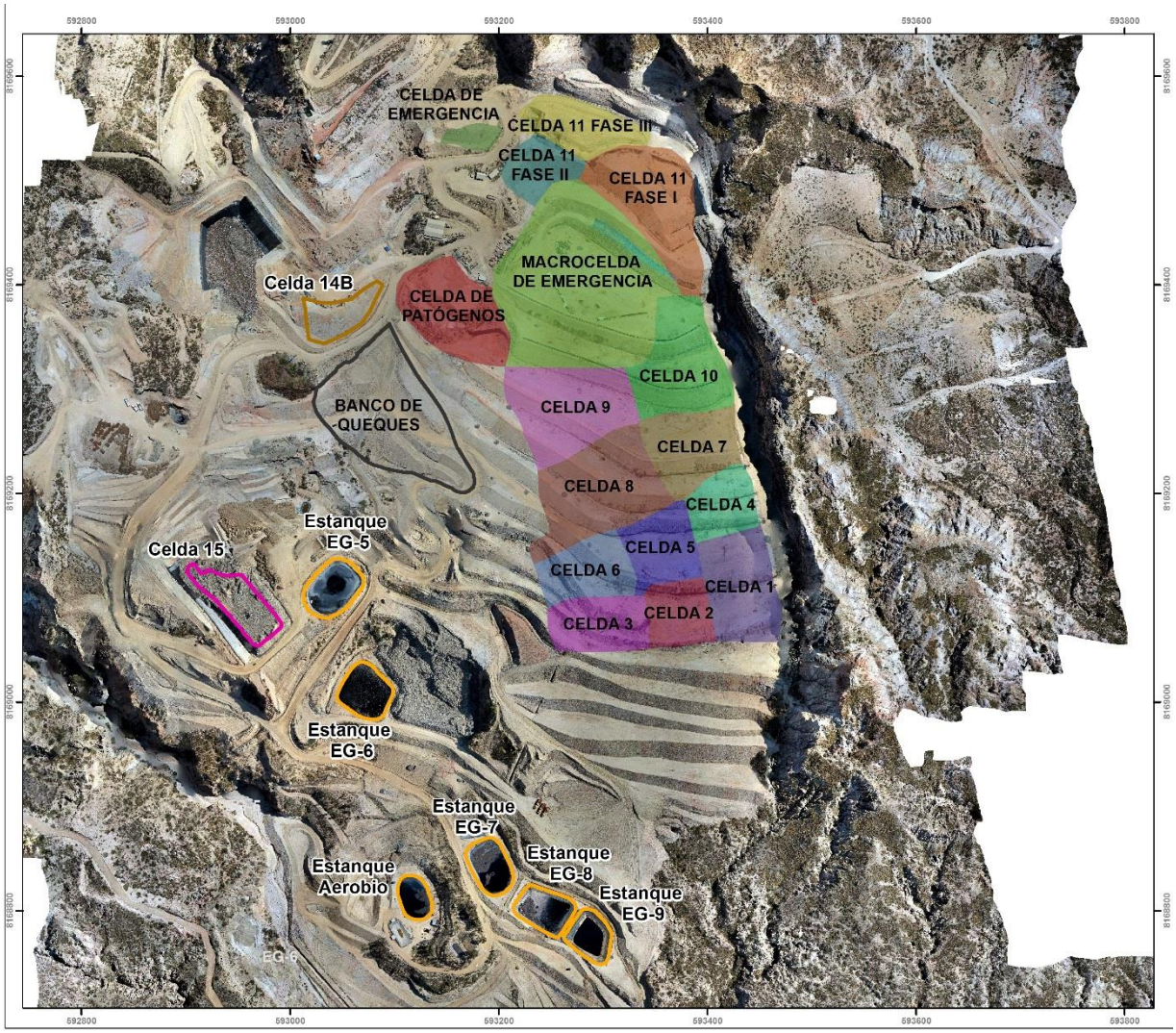


Figura A-1 Delimitación de Celdas y Estanques de Lixiviado construidas por TERSA S.A.
Fuente: Elaboración propia con base a información del Plan de Cierre y Post Cierre RSNJA, abril de 2019

Cuadro A-3 Sistema de Conducción de Aguas Pluviales

Durante la operación del Relleno Sanitario, se implementaron las siguientes cunetas, compuestas por tuberías de HDPE 4" en algunos lugares y recubiertas con geomembrana en otros: · Gestión 2006: Cuneta 1, cuneta 2, cuneta 3 y cuneta 4, con una longitud aproximada de 330 metros lineales de cunetas pluviales. · Gestión 2007: Cuneta 5, cuneta 6, cuneta 7 y cuneta 8, con una longitud aproximada de 370 metros lineales de cunetas pluviales. · Gestión 2008: Cuneta 20, cuneta 21 y cuneta 22, con una longitud aproximada de 500 metros lineales de cunetas pluviales. · Gestión 2009: Cuneta 9, cuneta 10, cuneta 11, cuneta 23, cuneta 24, cuneta 25, cuneta 26 con una longitud aproximada de 610 metros lineales de cunetas pluviales. 21

- Gestión 2010: Cuneta 13, cuneta 14 y cuneta 15, con una longitud aproximada de 180 metros lineales de cunetas pluviales.
- Año 2011: Cuneta 17, cuneta, 18 y cuneta 19, con una longitud aproximada de 250 metros de cuentas pluviales.

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre RSNJ – GAMLP

Cuadro A-4 Sistema de Captación de Biogas

El RSNJA contaba con captadores de biogás implementados de dos formas:

- Captadores Basales: Captadores instalados desde la base de las celdas, conectados con los sistemas de captación de líquido lixiviado.
- Captadores ubicados en Puntos de Emisión Fugitiva de Biogás: Durante los controles periódicos realizados al estado de los captadores se identificaban puntos de emisión fugitiva de biogás, mismos que eran readecuados con maquinaria para sellar las fisuras, es caso de identificar un punto recurrente de emisión de biogás, se procedía a implementar un captador en el punto.

De acuerdo a lo dispuesto en el Manual de Operaciones del RSNJA, los captadores estarán ubicados a una distancia de 50 metros entre sí; por tanto, para la superficie del relleno se requería de 49 captadores de biogás. Sin embargo, hasta la gestión 2017 se tenían 50 captadores, cantidad que se fue incrementando durante la gestión 2018 hasta un número de 76 captadores de biogás instalados en el área de disposición, de los cuales 32 fueron destruidos por completo en el deslizamiento, el resto sufrió variaciones en la generación, tanto en ubicación como en flujo debido al movimiento de residuos.

Ver Figura A-2

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre RSNJ – GAMLP

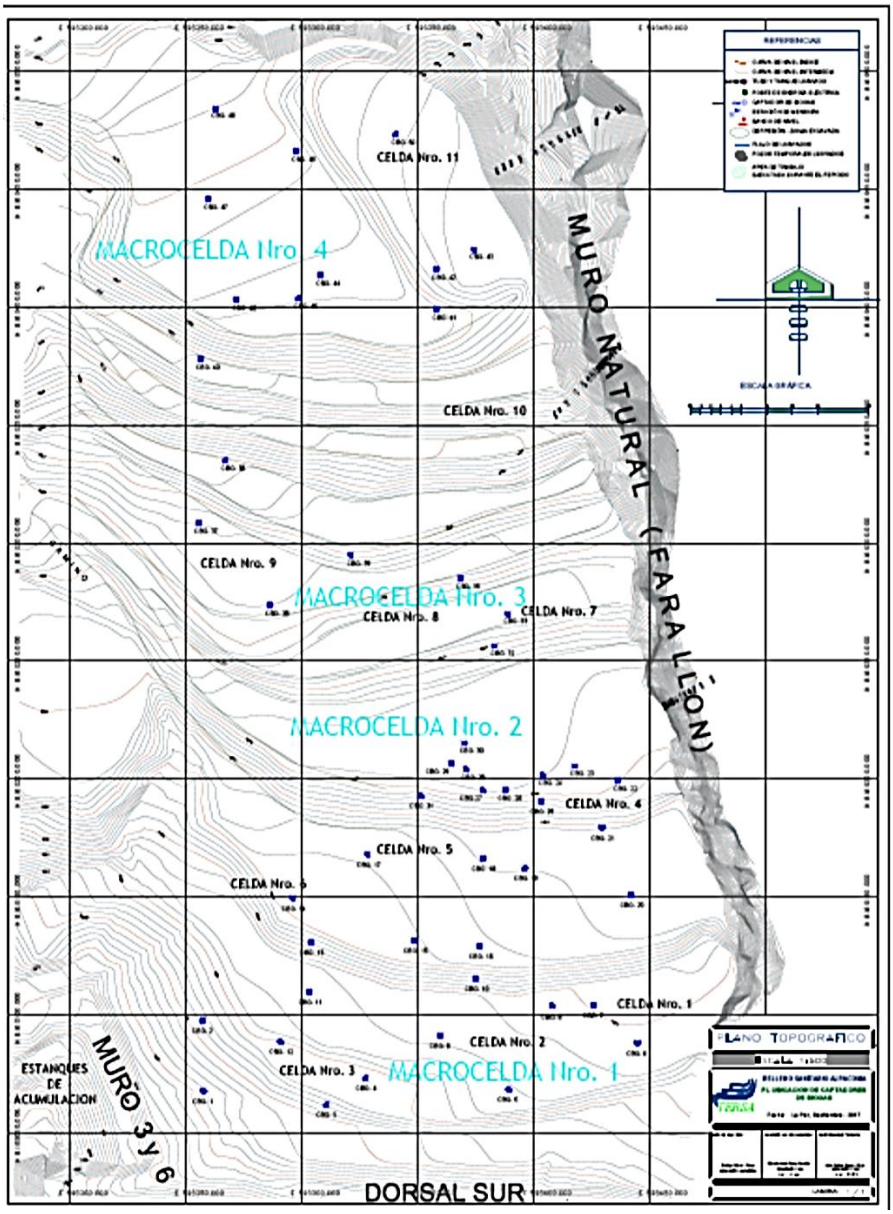


Figura A-2 Ubicación de captadores de biogás antes del deslizamiento
Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, abril de 2019

Cuadro A-5 Vías de Circulación Interna

El RSNJA contaba con 2,7 km de vías internas, las cuales conducían a todos los sectores del mismo, como ser oficinas administrativas, báscula, taller de mantenimiento, celdas de disposición, planta de tratamiento de líquidos lixiviados y otros. Estas vías eran de tierra, siendo que se realizaban mantenimientos constantes para asegurar la circulación de vehículos al interior del relleno. A causa del deslizamiento, se dañaron parte de las vías internas, las cuales fueron cubiertas por los residuos sólidos desplazados, en total 419 metros de vías fueron afectadas por el evento. En la actualidad se han habilitado las vías de acceso a todas las áreas del Relleno Sanitario; sin embargo, parte de las vías afectadas continúan cubiertas por los residuos. A consecuencia de las tareas realizadas en atención a la emergencia después del deslizamiento de residuos y para la construcción de diques, traslado de queques, traslado de líquidos lixiviados desde la Quebrada

Alpacoma al Relleno Sanitario se vio la necesidad de habilitar una vía de tierra entre el dique con la confluencia con el Rio Achocalla hacia el mismo relleno sanitario, que atraviesa la quebrada Alpacoma, esta apertura de vía se realizó en la parte sur oeste de la planta de tratamiento de líquido lixiviado, hasta su conexión al camino vecinal existente, la cual será controlada para evitar el ingreso de particulares al RSNJA.

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre RSNJ – GAMLP

Según el documento citado, para el tratamiento de los lixiviados se contaba con los siguientes componentes (ver Cuadro A-6 y Figura A-3):

Cuadro A-6 Planta de Tratamiento de Lixiviados

a.)	Tratamiento Anaerobio:
·	Medidor electrónico o Canal Parshall.
·	Estanque de acumulación EG – 1.
·	Estanque de acumulación EG – 2.
·	Estanque EG – 6
·	Estanque anaerobio.
·	Sistemas de conducción de líquidos lixiviados.
b.)	Tratamiento Aeróbico:
·	Estanque Aerobio.
·	Estanque de Rechazo.
·	Clarificador Secundario.
·	Estanque EG – 5

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre RSNJ – GAMLP

Figura A-3 Instalaciones de la Planta de Tratamiento de Lixiviados anterior al deslizamiento
Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, abril de 2019

A.1.2 Descripción de la AOP: Deslizamiento de Residuos en el RSNJA

Acudimos nuevamente al documento anterior para la descripción del estado de situación posterior al evento del deslizamiento y se inserta el cuadro resumen.

Cuadro A-7 Estado de las Celdas posterior al Deslizamiento

MC	CELDAS	DAÑO	ESTADO
MC - 1	Celda 1; Celda 2; Celda 3	C1 y C2 - superficial y fisuras; C3 - Residuos confinados con método de área deslizados	Estables, con presencia de lixiviados
MC - 2	Celda 4; Celda 5; Celda 6	C4 y C5 - superficial y fisuras; C6 - Residuos confinados con método de área deslizados	Estables, con presencia de lixiviados
MC - 3	Celda 7; Celda 8	Residuos confinados con método de área deslizados	Estabilizadas, los movimientos de los residuos han sido detenidos con maquinaria pesada
	Celda 9	Residuos confinados con método de área deslizados	Estabilizadas, los movimientos de los residuos han sido detenidos con maquinaria pesada
MC - 4	Celdas de emergencia 1 y 2	Deslizadas en su integridad	Estabilizadas, los movimientos de los residuos han sido detenidos con maquinaria pesada
	Celda 10	Asentamientos severos, fisuras de gran magnitud	Estabilizada, se ha reconfigurado la parte superior con maquinaria pesada.
	Celda 12	La base de la celda no fue dañada, los residuos de los niveles altos fueron arrastrados por el deslizamiento, cambiándola configuración actual de la misma.	Los residuos que estaban en la celda están siendo removidos, con el objeto de quitar peso y volumen, así darle estabilidad a la parte alta del área de disposición de residuos.
MC - 5	Celda 11 - Fase I	La celda no fue afectada ya que se encuentra en el nivel basal, es decir el nivel alcanzado por la excavación.	La celda se encuentra estable, el muro de soporte de la misma ha sido afectado, aunque este no se encuentre visible.
	Celda 11 - Fase II	Una parte de los residuos ubicados en el lado sur de la celda se deslizaron, se produjo un asentamiento en su parte superior pegada al farallón.	La celda se encuentra estable, para garantizar la estabilidad de la misma en el largo plazo se retirará una capa de los residuos del nivel superior y se reconfigurará el talud sur.
	Celda 11 - Fase III	La celda no sufrió daño alguno, quedo al borde del deslizamiento	Se reforzó el lado sur de la celda por precaución con un muro de tierra, se modificaron los sistemas de captación de lixiviados y biogás.
	Celda de Emergencia 3	Está ubicada fuera del área de disposición, fue construida después del deslizamiento.	Celda llena, tiene cobertura de tierra de 20 cm.
MC - 6	Calda 14 B	Está ubicada fuera del área de disposición, fue construida después del deslizamiento.	Celda de operación
MC - 7	Celda 15	Está ubicada fuera del área de disposición.	Celda en construcción, para la disposición de residuos deslizados

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, abril de 2019

A.1.3 Grado de Afectación

Haciendo uso de la información anterior y sumando los productos de la presente Auditoría, se ha elaborado un mapa del grado de afectación del deslizamiento a las Celdas y Macroceldas del relleno sanitario, mostrando que la afectación fue del orden del 88% del área de operaciones de disposición final de residuos sólidos domésticos, con distintos grados de afectación, como ser (ver Figura A-4):

- Fisuras y asentamiento: sector amarillo
- Deslizamiento de capas de residuos configuradas por el método de área: sector naranja
- Desplazamiento en bloque: sector rojo
- Sin afectación: sector verde

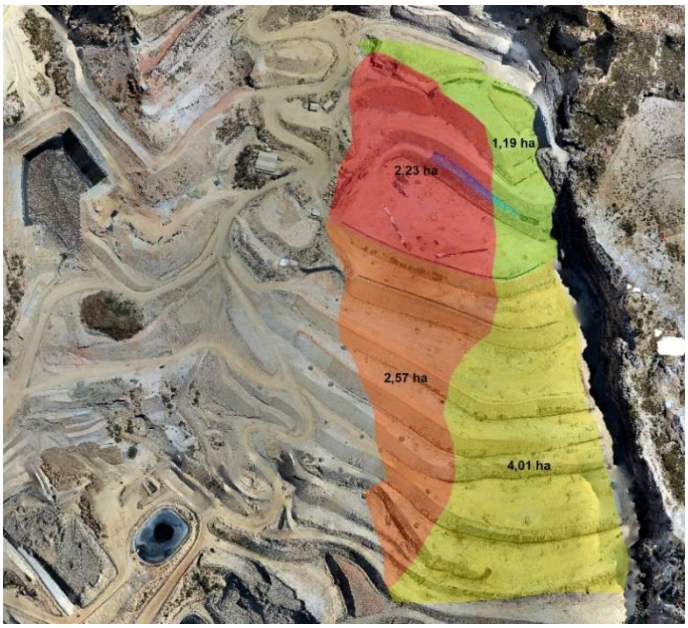


Figura A-4 Mapa del grado de afectación del deslizamiento
Fuente: Elaboración propia

Y la composición numérica se expresa en la siguiente tabla:

Tabla A-1 Grado de afectación del deslizamiento en el RSNJA

TIPO DE AFECTACION	SECTOR	DIMENSION	
		(Ha)	(%)
➢ Fisuras y asentamiento	amarillo	4,01	40,10
➢ Deslizamiento de capas conformadas por método de área	naranja	2,57	25,70
➢ Desplazamiento en bloque	rojo	2,23	22,30
➢ Sin afectación	verde	1,19	11,90
TOTAL		10,00	100,00

Fuente: Elaboración Propia

A.2 Identificación y Evaluación de las Causas del Colapso

(De la Macrocelda 4 y Parte de la Macrocelda 3 en el RSNJA)

Es necesario remarcar que, para el estudio solicitado, se requieren los datos técnicos de la habilitación y construcción de las celdas involucradas, especialmente planos de diseño y los planos as built, que no fueron entregados como documentos básicos de la Auditoría. A esto se suma que la presente consultoría se ha iniciado varios meses después del evento del deslizamiento del RSNJA, del 15 de enero a 12 de septiembre de 2019 (orden de inicio de la AA), han transcurrido prácticamente ocho meses, y durante ese periodo se produjeron muchos cambios debido a las actividades, obras y trabajos en aras de, primero controlar los efectos inmediatos y posteriormente tratar de remediar las consecuencias.

Citaremos brevemente para tener como antecedente, las obras y actividades que modificaron la morfología del sector deslizado. El documento de la empresa TERSA: "Plan de Contingencia Específico Deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma" (Actualizado al 31 de enero del 2019), presentado ante el GAMLP para su ejecución, en el cual se plantea como objetivo general: Contener los residuos liberados, minimizar y limitar su dispersión a fin de reconformar las celdas afectadas para de esta manera proceder a la limpieza del sitio y restauración del área afectada.

En su acápite *"6.2 Actividades a Corto Plazo",* se plantean:

a) Construcción del estanque de almacenamiento de lixiviados atura curva 14 e ingreso a la PTLL.
b) Estabilización de la masa de residuos deslizados.

Y en otro acápite:

Cuadro A-8 Acápite 8.2 del Plan de Contingencia Específico Deslizamiento RSNJ

8.2 ESTABILIZACION DE LA MASA DE RESIDUOS DESLIZADOS

La estabilización inicial de la masa de residuos deslizados se realizará mediante el conformado de banquinas con un ancho mínimo de 5m y taludes en una relación de pendientes de 1 V a 2H. De manera progresiva a medida que se avanza con la conformación de terrazas se realizará la cobertura con una capa de 20cm de material terreo. Esta conformación y cobertura inicial tiene los siguientes objetivos:

1. Mitigar la emisión de biogás a la atmosfera
2. Controlar la emisión de malos olores
3. Evitar la proliferación de vectores
4. Evitar la infiltración de agua pluvial en la masa estabilizada
5. Permitir la instalación de sistemas de drenaje de lixiviados en el pie de los taludes

Luego de concluida esta fase inicial de estabilización, a mediano plazo, se procederá a realizar una reconformación más adecuada de las banquinas y taludes en base al estudio de estabilidad para lo cual se contratará a personal especializado, el proyecto final de estabilización de la masa de residuos entre otros deberá incluir:

a) La configuración final de las terrazas con base a un análisis de estabilidad.
b) Diseño de la cuña pasiva
c) Diseño de los sistemas de drenaje de lixiviados
d) Diseño de los sistemas de drenaje de aguas pluviales

Fuente: Plan de Contingencia Específico Deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo Jardin de Alpacoma Actualizado al 31 de enero del 2019

Por todo lo transcrito anteriormente, tanto la empresa operadora como el GAMLP han adecuado y modificado el área del bloque desplazado y su entorno de tal manera que se dificulta realizar un estudio con rigor técnico de las causas del colapso.

De todas maneras, recurriremos a la información de antecedentes proporcionada para la Auditoría, a los registros del deslizamiento disponibles en medios visuales, a metodologías de teledetección espacial, basados en el análisis multitemporal de imágenes ráster y bibliografía relativa a deslizamientos.

A.2.1 Estrategia Metodológica para Deducir las Posibles Causas del Deslizamiento

En los respectivos informes de la empresa TERSA y del GAMLP se menciona que el deslizamiento se produjo en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 y sobre todo es llamativo que las Celdas de Emergencia 1 y 2 se habrían deslizado en su totalidad. Siendo que precisamente son las primeras ser construidas y rellenadas con residuos sólidos, durante el periodo octubre 2004 – junio 2005.

Para esclarecer cuáles Celdas fueron afectadas y, sobre todo, deducir las posibles causas que ocasionaron el evento, nos planteamos las actividades a seguir hasta el logro de lo señalado.

Previamente a continuación presentamos un diagrama básico de la Estrategia Metodológica:

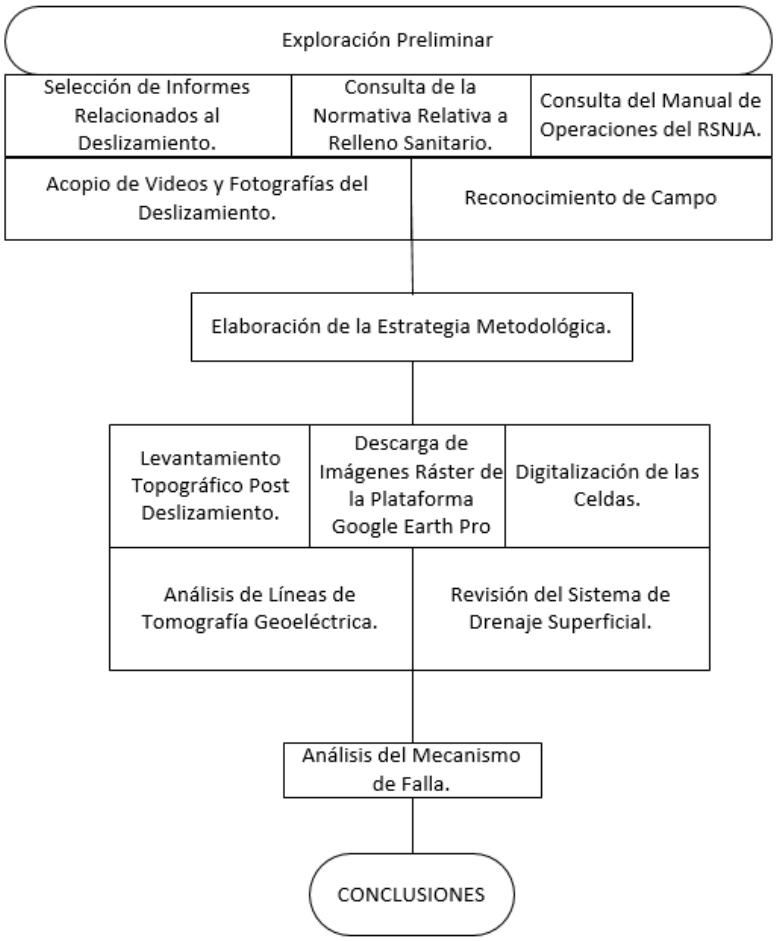


Figura A-5 Diagrama de la Estrategia metodológica
(para deducir las causas que posiblemente ocasionaron el deslizamiento)
Fuente: Elaboración propia

Así mismo, en forma esquemática presentamos las actividades y la justificación correspondiente en la siguiente tabla:

Tabla A-2 Actividades de la Estrategia Metodológica

ACTIVIDAD	OBJETIVO	CARACTERÍSTICAS
Selección de Informes Relacionados al Deslizamiento	Conocer lo acontecido por informe de la empresa operadora	Relación de los hechos. Comparación de los informes
	Conocer la versión del supervisor	
	Conocer criterios de la Autoridad Ambiental	
Consulta de la Normativa Relativa a Relleno Sanitario	Verificar el grado de cumplimiento de los métodos y procedimientos para las actividades de construcción y operación del RSNJA	Comparación de lo construido con las especificaciones técnicas
Consulta del Manual de Operaciones del RSNJA		
Acopio de Videos y Fotografías del Deslizamiento	Obtener información gráfica	Complementación de la relación de los hechos
Reconocimiento de Campo	Inspeccionar el área del deslizamiento y su entorno	Descripción de su morfología
Levantamiento Topográfico Post Deslizamiento	Localizar el deslizamiento con coordenadas	Correlación con imágenes ráster
	Obtener curvas de nivel topográfico	Identificación de nivel de desplante y coronamiento de las Celdas
	Definir propiedades del terreno	Planimetría y altimetría
	Definir propiedades del bloque desplazado	Área y volumen
Descarga de Imágenes Ráster de la Plataforma Google Earth Pro	Georreferenciaciar las imágenes	Correlación entre sí
Digitalización de las Celdas	Georreferenciaciar la ubicación de las Celdas	Correlación de imágenes ráster con la topografía
Estudio de Líneas de Tomografía Geoeléctrica	Definir la estratigrafía del subsuelo	Identificación del nivel freático de lixiviados
		Identificación del estrato de residuos sólidos
Revisión del Drenaje Superficial	Definir el curso de la escorrentía	Evaluación de la infiltración

Fuente: Elaboración Propia

A.2.2 Evaluación de los Factores Relacionados con el Deslizamiento

A.2.2.1 Identificación de las Celdas Afectadas

Aplicando herramientas de software logramos en primera instancia digitalizar y georreferenciar la posición de las celdas y luego sobreponer a la imagen lograda con vuelo de dron, post deslizamiento. En la Figura A-6 se muestra el resultado de dichos trabajos, identificando a las celdas afectadas:

- Trinchera de la Celda 12
- Método de área de la Celda12

- Celda de Emergencia 1
- Celda de emergencia 2

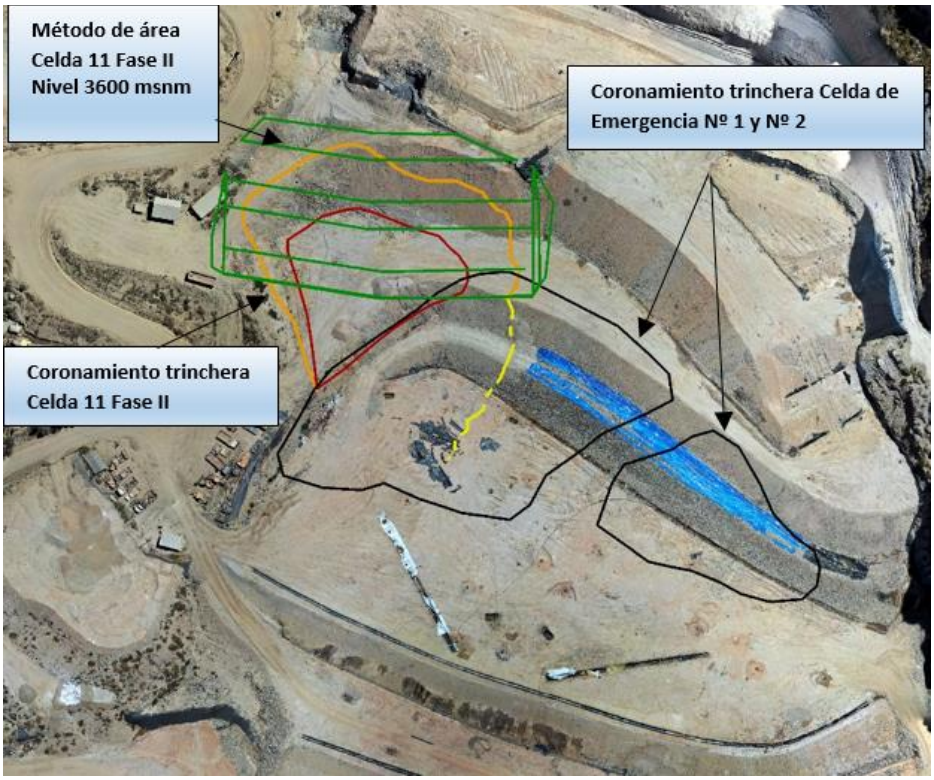


Figura A-6 Celdas afectadas por el deslizamiento
Fuente: Elaboración propia

A.2.2.2 Pendiente del talud de las Celdas Afectadas

En la Figura A-7 basada en la imagen satelital del 26 de diciembre de 2018 (21 días previos al evento) se puede apreciar que el pie de talud de las Celdas afectadas tiene inclinación mayor que las empleadas en las Macroceldas 2 y 1.

Por la carencia de información técnica, consistente en proyecto, memoria de cálculo de estabilidad del talud, topografía y planos as built, no es posible verificar técnicamente el grado de inclinación del talud afectado por el deslizamiento, sólo queda el recurso de comparación visual respecto a la conformación de taludes y banquinas que la propia empresa operadora practicaba en las celdas anteriores.

Figura A-7 Sección crítica del pie de talud y nivel de desplante de las celdas afectadas por el deslizamiento
Fuente: Elaboración propia

A.2.2.3 Infiltración del escurrimiento superficial a las Celdas afectadas

Verificadas las imágenes secuenciales desde el 07 de noviembre 2008 hasta septiembre 2019 (posterior al evento del deslizamiento) el RSNJA no contaba con un canal de coronamiento que impida la infiltración de la escorrentía superficial de los días lluviosos. Como se menciona repetidamente en el presente documento el RSNJA no contaba con un proyecto de ingeniería a diseño final, es lógico que no existiera un estudio hidrológico del área de aporte de la parte Norte en especial, que impactó directamente en el área deslizada.

La siguiente imagen es demostrativa de la carencia del canal de coronamiento, tomada en febrero de 2019 (post evento):

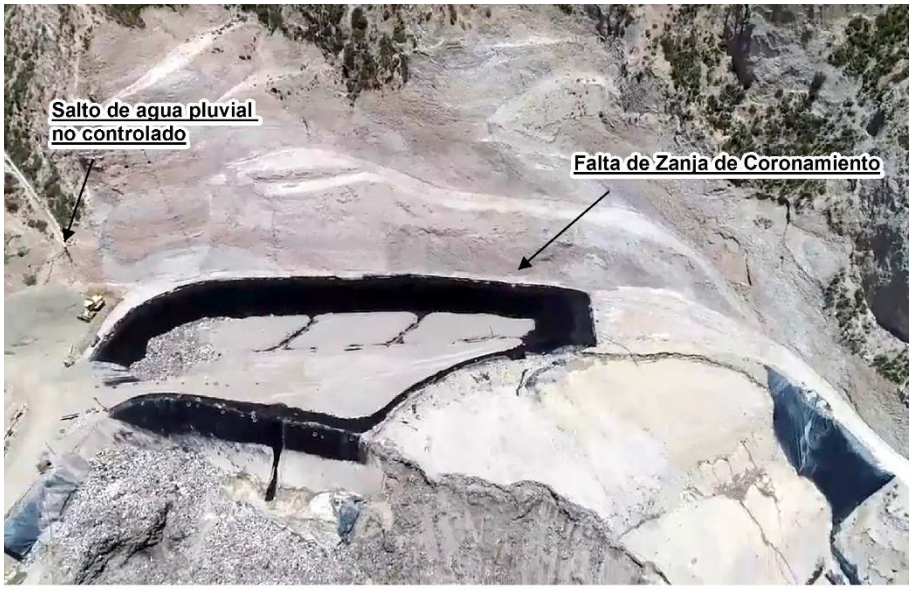


Figura A-8 Falta de canal de coronamiento en la Macrocelda 4
Fuente: Elaboración propia

Compartimos a continuación los criterios vertidos, al respecto, de la comisión técnica del MMAYA, efectuada los días 18 y 19 de enero 2019, que elaboró el INFORME TÉCNICO INF/MMAYAlVAPSBIDGGIRS N° 0014/2019 MMAYA/2019-02003; en los siguientes términos:

2.1.2 POSIBLES CAUSAS

2.1.2.1 SOBRESATURACION DE AGUA

Una vez verificadas las áreas afectadas mediante visitas de campo se pudo determinar que la infraestructura de drenaje pluvial (incluyendo cunetas y otros), era deficiente y se evidenciaba la falta de mantenimiento.

Habiéndose analizado el punto de inicio del Deslizamiento del Macizo de residuos (Macrocelda 4 y gran parte de la Macrocelda 3) se pudo identificar que no existen canales pluviales perimetrales en la parte superior de este sector, aspecto que compromete la estabilidad de este sector por el ingreso de agua de lluvia por escorrentía superficial sobre el terreno.

Así mismo existen en diversos puntos de este sector, en el cual las cunetas pluviales no siguen una ruta de evacuación del predio del Relleno Sanitario, sino que ingresan por debajo de la macrocelda.

Este aspecto es crítico considerando que el drenaje pluvial es determinante dentro de la operación del relleno sanitario, pues de no existir o ser deficiente se producen los efectos de erosión hídrica del terreno, generando riesgos de estabilidad del predio por la saturación de los suelos, inestabilidad de taludes, licuefacción de residuos, como también de incremento de la generación de lixiviados de las macroceldas de residuos.

Fotografía A-1 Falta de canal perimetral en el coronamiento de la Macrocelda 4
Fuente: Informe Técnico INF/MMAYA/VAPSBIDGGIRS N° 0014/2019 MMAYA/2019-02003

A.2.2.4 Antiguas actividades inherentes a las celdas afectadas por el deslizamiento

De acuerdo con el seguimiento de las imágenes satelitales (Figura A-9), en la correspondiente a junio del 2009 se observa los siguientes aspectos importantes:

- El corte de talud, a manera de celda adicional contigua a la Celda de Emergencia Nº 2 en el nivel 3.585 msnm.
- Una celda de residuos sólidos, método de área, adosada a la Celda de Emergencia Nº 2.
- Rampa pendiente abajo.
- Cuatro escalones de talud de tierra producto de corte de hace cinco años atrás.

Habiendo escrutado la información procedente del GAMLP y de TERSA SA, informamos que no existen antecedentes técnicos de ambas celdas, proyecto, topografía, planos as built, etc., por lo cual en el presente documento no se los nombra con identificación, pero sí se puede deducir que formaron parte del volumen desplazado.

Figura A-9 Imagen satelital junio 2009, antiguas actividades inherentes a las celdas afectadas por el deslizamiento
Fuente: Elaboración Propia

A.2.2.5 Método de rampa en la conformación de las Celdas afectadas por el deslizamiento

Realizando el seguimiento multitemporal a las imágenes satelital, encontramos que, en los niveles superiores del sector afectado por el deslizamiento, se conformaban las celdas con residuos acarreando en talud pendiente abajo, lo mismo que las coberturas con tierra, aspecto que, en el futuro, al producirse en forma natural el líquido lixiviado y peor aún, al infiltrarse agua al interior de las celdas, estos planos inclinados lubricados debieron contribuir al desplazamiento de los residuos.

Figura A-10 Imagen satelital del 19 mayo 2012 - Método de rampa en la conformación de las Celdas afectadas por el deslizamiento
Fuente: Elaboración Propia

Figura A-11 Imagen satelital de septiembre 2015 - Método de rampa en la conformación de las Celdas afectadas por el deslizamiento
Fuente: Elaboración Propia

A.2.2.6 Precipitación pluvial

El evento ocurrió durante el periodo de lluvias estacional en nuestro medio, por esta razón, para el análisis correspondiente, acudimos a la información del Servicio Nacional de Meteorología e Hidráulica, de la estación meteorológica del Aeropuerto Internacional de El Alto, por ser la más cercana al sitio de estudio.

Hemos discriminado los datos correspondientes al periodo de operaciones del RSNJA, es decir del año 2004 al 2019. Por información referenciada indicada podemos señalar que la precipitación media anual es de 603,19 mm y que durante el año 2018 la precipitación media anual fue la máxima con un valor de 800,6 mm.

Así mismo, la precipitación máxima/24 horas, ocurrió precisamente en diciembre de 2018, un mes antes, con un valor de 42,1 mm.

Estos datos sirven para determinar que el periodo de lluvia de diciembre 2018 – enero 2019 fue el factor determinante para el deslizamiento, fue el mecanismo activador.

A.2.2.6.1 Deficiente sistema de evacuación de líquidos lixiviados

De acuerdo con la documentación relativa al evento y las medidas para su contención, fue necesario la construcción de tres diques en el lecho de la quebrada Alpacoma, "con la finalidad de evitar el contacto de los residuos y líquidos con aguas residuales de la Quebrada Alpaco, conteniendo así los residuos y líquidos en el primer dique". Lo que demuestra por sí mismo que dentro de las celdas involucradas había gran volumen de lixiviado retenido, es decir, sin sistema de evacuación apropiado.

Fue verificado durante la inspección de campo realizada a 3 y 4 días después del deslizamiento, por la Autoridad Ambiental, expresado en el Informe Técnico INF/MMAYAlVAPSBIDGGIRS N° 0014/2019 MMA yA/2019-02003:

2.1.2.2 DEFICIENTE DRENAJE DE LIXIVIADOS

Debido al evento de deslizamiento, es muy complejo identificar el funcionamiento de los sistemas de drenaje de lixiviados, sin embargo habiendo analizado el diseño de la Celda 11 en su tercera fase (celda nueva) construida por el operador del Relleno Sanitario, se pudo evidenciar que la pendiente de trabajo de la misma esta direccionada a la parte del farallón ubicado al oeste del RSNJ, lo que direcciona los lixiviados prácticamente sobre la macrocelda 3, dificultando el manejo de estos líquidos.

Bajo un esquema de operación mediante el tipo Mixto (Trinchera y Área), que se aplica en este relleno sanitario, es necesario evacuar los lixiviados fuera de las macroceldas para no comprometer la estabilidad de los residuos, además de tener un manejo más sencillo bajo el concepto de bombeos y circulación de lixiviados, criterio que no cumple la celda construida hace poco en ese sector.

Al conducir los lixiviados dentro de otra macrocelda se pone en riesgo tanto la macrocelda superior como la que recibía estos líquidos, aspecto que influye en la estabilidad de la macrocelda debido a la saturación de líquidos, generando otro potencial riesgo.

A.3 Análisis de las causas que posiblemente ocasionaron el deslizamiento

Para haberse producido el deslizamiento en la escala de afectación a gran parte del área de disposición de residuos, en una magnitud del 88%, entre área de bloque desplazado, área de deslizamiento y área de asentamientos, debieron acudir varios factores negativos.

De entre ellos se ha identificado a dos factores como causa probable del colapso de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 en el RSNJA:

- Falta de capacidad portante del nivel de desplante
- Alto contenido de humedad

A.3.1 Falta de diseño y planificación del desarrollo de las celdas y Macroceldas

Es de conocimiento general en el ámbito de la ingeniería el concepto de proyecto, entendido como el conjunto de documentos mediante los cuales se define el diseño de una obra antes de ser realizada. Es el documento base sobre el que se desarrolla el trabajo de los ingenieros.

En el presente caso de la operación del Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, el proyecto completo era obligatorio y tenía carácter contractual.

Realizada la revisión de la documentación puesta a disposición de la presente auditoria, se tiene constancia que el RSNJA inició operaciones en el sector norte y parte alta del predio, en fecha 01 de octubre de 2004, en las celdas denominadas Celda de Emergencia Nº1 y Celda de Emergencia Nº2, en base a un proyecto y diseño presentado ante la autoridad ambiental, por entonces llamada Prefectura del Departamento de La Paz, como parte del documento Plan de Emergencia para la Prevención y Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental, de fecha septiembre 2004; con la finalidad de obtener la Licencia Ambiental Eventual

Posteriormente, se tiene información que el GAMLP, aprueba la construcción de las trincheras de las Celdas 1 y 2 de la Macrocelda Nº1 y fueron operadas entonces por la empresa Clima Ingeniería Ambiental.

Dentro del proceso de licitación del servicio de disposición final de residuos sólidos, el oferente, empresa SOCIEDAD ACCIDENTAL CONCORDIA DIMENSIÓN ENASA (posteriormente denominada TERSA S.A.), que a la postre resultó la adjudicada, presentó como parte de su oferta un diseño de explotación del sitio, con planos generales y detalles constructivos, que incluyen el manejo, control y tratamiento de lixiviados y manejo, control y quema centralizada de biogás.

Sin embargo, antes del inicio de operaciones, la empresa TERSA presentó al SIREMU un proyecto individual para una celda que denominó Celda 3 de la Macrocelda Nº1, con el diseño de una trinchera contigua a la Celda 2 y ocupando el frente destinado al área de control de lixiviados del proyecto anterior, además de apegarse al muro térreo natural llamado Dorsal Sur; sobreponiendo celdas de residuos por el método de área encima de las Celdas 1 y 2.

Dicho proyecto de la Celda 3, modificó de inicio la concepción del proyecto global elaborado en febrero de 2005, quedando en la práctica en calidad de obsoleto. Fue así que, en lo sucesivo, la empresa TERSA

presentaba diseños individuales para el avance y explotación del sitio destinado a la disposición final de los residuos sólidos municipales.

Habiendo constatado la carencia de un proyecto a diseño final global para la explotación del sitio y realizado el seguimiento tanto de la documentación técnica como la secuencia de imágenes satelitales de la plataforma Google Earth, se concluye que se realizaron trabajos para habilitar celdas en forma forzada, sin estudio de suelos para el nivel de desplante de cada celda, que debería ser sobre la formación La Paz, acorde con el Manual de Operaciones.

No se contempló realizar análisis de estabilidad de taludes, tampoco contaban con una programación de la secuencia de las áreas operativas.

Sin estudio de la escorrentía superficial para cada celda. Deberían contar con el diseño de empalme de geomembrana entre celdas circundantes, anclaje apropiado de las mismas.

La falta de planificación de la secuencia de descarga de residuos, complicaba el acarreo al frente de trabajo, dificultaba la conformación de la celda diaria acorde con las dimensiones exigidas en el Manual de Operaciones y la cobertura diaria.

A.3.1.1 Identificación y Evaluación del Grado de Afectación a Otras Infraestructuras Dentro del RSNJA

Cuadro A-9 Afectación a la Planta de Tratamiento de Lixiviados

El deslizamiento dañó la mayoría de los componentes de la Planta de Tratamiento de líquido lixiviado, afectando las siguientes unidades: a) Tratamiento Anaerobio: · Medidor electrónico o Canal Parshall. · Estanque de acumulación EG – 1. · Estanque de acumulación EG – 2. · Estanque EG – 6, fue parcialmente cubierto con residuos. · Estanque anaerobio. · Sistemas de conducción de líquidos lixiviados. b) Tratamiento Aeróbico: · Estanque Aerobio. · Estanque de Rechazo. · Clarificador Secundario. Cabe señalar que el estanque EG – 5, no sufrió ningún daño, debido a que se encuentra ubicado en un sector alejado del resto del sistema de tratamiento.

Fuente: **Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma La Paz, abril de 2019**

Cuadro A-10 Afectación a las Vías de Acceso Internas

El RSNJA contaba con 2,7 km de vías internas, las cuales conducían a todos los sectores del mismo, como ser oficinas administrativas, báscula, taller de mantenimiento, celdas de disposición, planta de tratamiento de líquidos lixiviados y otros. Estas vías eran de tierra, siendo que se realizaban mantenimientos constantes para asegurar la circulación de vehículos al interior del relleno. A causa del deslizamiento, se dañaron parte de las vías internas, las cuales fueron cubiertas por los residuos sólidos desplazados, en total 419 metros de vías fueron afectadas por el evento

Fuente: **Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma La Paz, abril de 2019**

Figura A-12 Afectación a Vías Internas
Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma La Paz, abril de 2019

Cuadro A-11 Afectación a Cunetas Pluviales

El deslizamiento causó daños en cunetas ubicadas en el sector oeste del relleno, más específicamente en las siguientes áreas: • Curva 8 a curva 10 del camino interno. • Camino de ingreso a la Planta de Tratamiento de líquido lixiviado desde la curva 12 a 13. • Parte posterior del estanque aerobio. En este sentido, aproximadamente unos 400 metros de cunetas fueron dañadas por el deslizamiento, siendo que el resto del sistema de captación de aguas de lluvia no fue dañado, por lo que se encuentra en funcionamiento.

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma La Paz, abril de 2019

A.3.2 Volumen y Superficie del deslizamiento.

A.3.2.1 Cálculo del Área Afectada por el Colapso

De acuerdo con las fotografías obtenidas, se puede deducir que en la parte norte hubo un bloque de residuos desestabilizado y desplazado del relleno, originando simultáneamente un asentamiento alrededor de ese bloque e inmediatamente el deslizamiento de los residuos sueltos y el consiguiente derrame de lixiviados, pendiente abajo hacia el sector sur del relleno.

Por tanto, se distinguen tres áreas definidas para el presente estudio:

Tabla A-3 Relación de áreas afectadas por el deslizamiento

I.	Área del bloque desplazado	2,23 Ha
II.	Área afectada por el asentamiento:	1,19 Ha
III.	Área de deslizamiento y derrame de líquidos lixiviados	6,85 Ha

Fuente: Elaboración Propia

Se destaca el área afectada por el asentamiento porque ha contribuido al incremento del derrame de líquidos lixiviados, al liberarse un volumen acumulado internamente, tal cual fuere la rotura de un reservorio.

De acuerdo con la tabla anterior, se puede decir que el

ÁREA AFECTADA POR EL DESLIZAMIENTO = 9,08 Ha

ÁREA TOTAL AFECTADA POR EL COLAPSO = 10,27 Ha

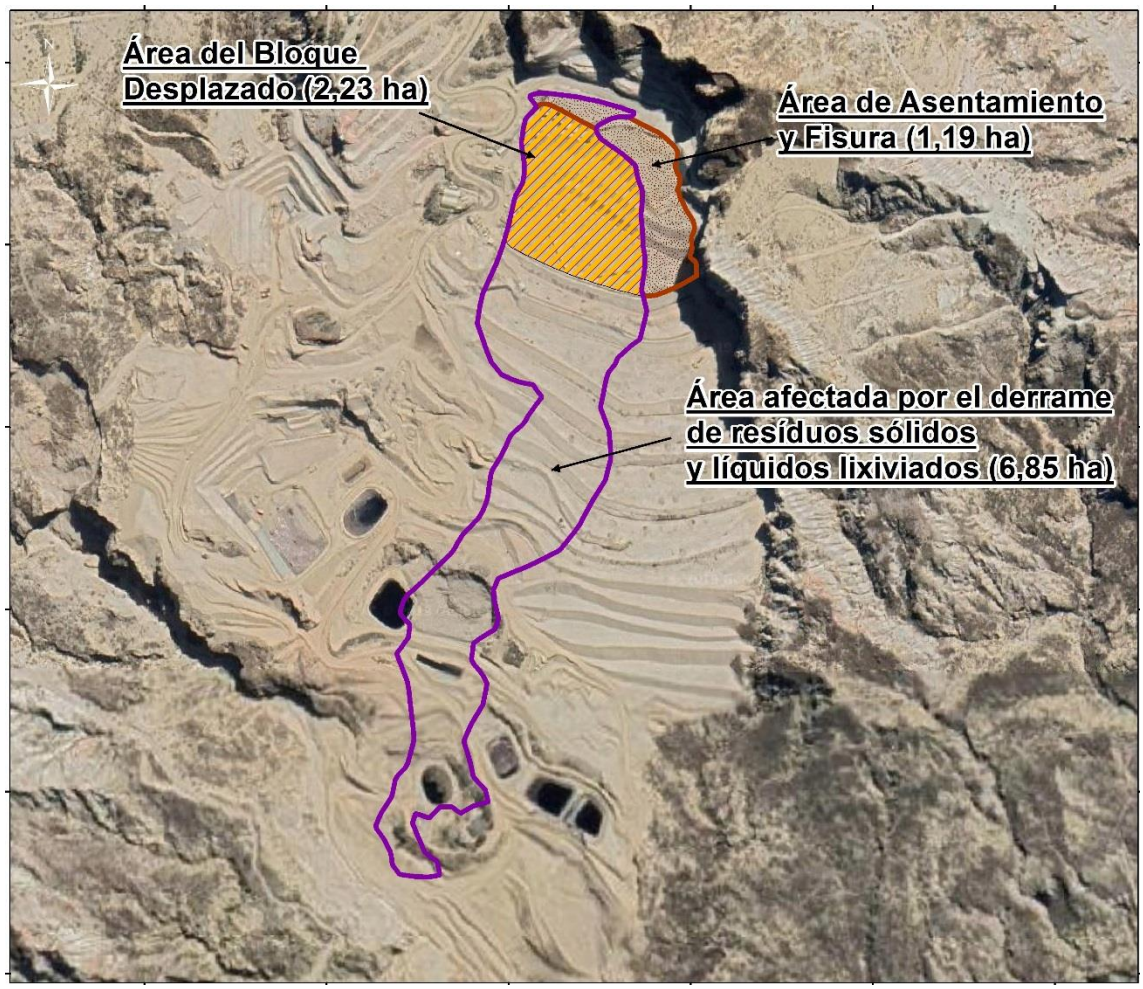


Figura A-13 Área afectada por el colapso
Fuente: Elaboración Propia

A.3.2.2 Cálculo del volumen de residuos desplazado

Para el efecto se realizó la descarga de la imagen satelital correspondiente al mes de diciembre de 2018, mediante la herramienta informática SAS PLANET, con el cual se puede elegir el nivel de resolución y la fuente de la imagen deseada. Con base en esta imagen se aplicó el programa informático IMMSTRAM para generar las curvas de nivel topográfico del relleno sanitario a un mes anterior al evento.

Con las curvas de nivel de la topografía del mes de diciembre de 2018 y las obtenidas con el vuelo no tripulado en septiembre de 2019, es posible sobreponer ambas con el programa informático CIVIL3D, versión 2020 y calcular la diferencia de volumen, el cual representa al volumen de residuos derramados.

El resultado es:

VOLUMEN DE RESIDUOS DERRAMADOS = 152.815,43 m³

A.3.3 Volumen de Lixiviado Descargado en el Deslizamiento

En este acápite debemos acudir a la información proporcionada por dos entidades cuyos informes respectivos relatan lo sucedido.

Acudimos al informe de la comisión técnica del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, destacado al sitio para evaluar el suceso y que informa lo siguiente:

"debido al movimiento de la masa de residuos hacia la parte inferior del predio, se han comprometido cinco (5) estanques de lixiviados que se utilizan para el almacenar y tratar estos líquidos quedando los mismos prácticamente enterrados"

También reporta la siguiente Tabla:

Tabla A-4 Estanques enterrados

ESTANQUE	CAPACIDAD (m³)
EG-1	5.000
EG-2	2.800
EG-ANAEROBIO	3.000
EG-AEROBIO	2.500
CLARIFICADOR SECUNDARIO	60

Fuente: Informe Tecnico INF/MMAYA/VAPSBIDGGIRS N° 0014/2019 MMA yA/2019-02003

A.3.4 Análisis Comparativo de Diseños de Ingeniería

(Aprobados en el Manifiesto Ambiental con el Estado Real de Construcción)

A.3.5 Disposición de Celdas y Macroceldas

Tabla A-5 Disposición de Celdas y Macroceldas

DESCRIPCION	UNIDAD	PROYECTO FEBRERO 2005	MANIFIESTO AMBIENTAL	CONSTRUIDO HASTA 12/09/2019
		CARACTERÍSTICA		
AREA DEL PREDIO	Ha	20,00	40,00	40,00
AREA DESTINADA AL PROYECTO	Ha	20,00	20,00	40,00
AREA MACROCELDAS DE R.S.M.	Ha	8,41	8,41	10,48
NÚMERO DE MACROCELDAS		4,00	4,00	5,00
NÚMERO DE CELDAS		8,00	8,00	12,00
AREA CELDA DE RESIDUOS PATOGENOS	Ha	0,37	0,37	0,51
AREA TOTAL DE RESIDUOS	Ha	8,78	8,78	12,51
AREA DE MANEJO DE LIXIVIADOS	Ha	1,35	1,35	0,46
AREA DE AMORTIGUAMIENTO	Ha	8,59	8,59	1,23

DESCRIPCION	UNIDAD	PROYECTO FEBRERO 2005	MANIFIESTO AMBIENTAL	CONSTRUIDO HASTA 12/09/2019
		CARACTERÍSTICA		
AREA DE OBRAS COMPLEMENTARIAS	Ha	1,28	1,28	1,28
VIDA UTIL	año	5,25	13,00	16,00
VOLUMEN EXCAV. PARA ADECUACION	m³	1.255.859,21	1.255.859,21	Sin datos
FECHA INICIO DE OPERACIONES		01/11/2004	01/11/2004	01/07/2006
FECHA PROYECTADA CIERRE DE OPERACIONES		31/01/2010	30/10/2017	00/09/2019
GENERACION R.S /día AL INICIO DE OPERACIONES	ton	495,19	495,19	
GENERACION R.S /día AL FINAL DE OPERACIONES	ton	654,19	654,19	
DOC. LEGAL AMBIENTAL DE INICIO DE OPERACIONES		LIC. EVENTUAL	LIC. EVENTUAL	
FECHA DE EMISION DE LICENCIA				

Fuente: Elaboración propia

A.3.6 Descripción del Área de Estudio

El DS N° 28499, artículo 2 (De las Definiciones) establece que el Área de Estudio de una AA por contingencias y por Peligro Inminente está representada por dos áreas:

1. Espacio donde acontecen o puede ocurrir los impactos ambientales negativos, y,
2. Areas donde alcanzan sus efectos en el medio ambiente y la salud humana

La delimitación de estos dos espacios (dispone el DS) serán definidas en la Auditoría Ambiental – AA, tal como fueron establecidas en la Fase 2, Actividades en el Sitio a Auditar, identificadas como Área Influencia Directa (A.I.D.) y Área de Influencia Indirecta (A.I.I.). La primera es el espacio compuesto a su vez por dos superficies, la primera donde se encuentra el emplazamiento de la AOP de disposición final de residuos sólidos municipales y de residuos patógenos con una extensión de 20 Has y una segunda que corresponde al área de amortiguamiento con una extensión igualitaria a la primera, coincidiendo esta superficie (40 Has) como la que señala el documento de propiedad que se encuentra en el Manifiesto ambiental. Adicionalmente, se ha considerado como componentes del AID las áreas excedentes (ocupadas) del deslizamiento; adicional y la ocupada por la Celda 15.

El segundo espacio comprende hasta donde alcanzaron los efectos ambientales y la posible afectación a la salud de la población aledaña.

A.3.7 Área de influencia Directa (AID)

El AID es el espacio físico en el que se desarrollan todas las operaciones de disposición final de los residuos sólidos municipales y patógenos, desde el inicio de su funcionamiento el 1° de octubre de 2004 hasta el 15 de enero de 2019. En este sentido, los impactos ambientales negativos que se generan en forma directa podrían tener sus efectos en los factores ambientales de Calidad del Aire, Suelos, Aguas superficiales (cursos de agua superficial Alpacoma y Achocalla) y Aguas Subterráneas.

En la Ilustración A-1 se aprecia la delimitación geográfica del Área de Influencia Directa (AID), con una superficie aproximada de 56.98 hectáreas, con el siguiente detalle:

Tabla A-6 Superficie de Área Directa

Descripción	Superficie	
	m^2	Has.
Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ)	400,000.00	40.00
Área excedente de deslizamiento	2,492.56	0.25
Área Adicional	115,713.66	11.57
Área Ocupada por Celda 15	51,593.78	5.16
Total		**56.98**

Fuente: Elaboración propia

La superficie total de la Tabla A-6 desagrega lo que serían los componentes del AID.

En la Ilustración A-1 se aprecia la delimitación total del área de influencia directa (AID), el contorno de la línea amarilla demarca una superficie de 40 Has. En contorno de línea morada delimita la posible área de afectación por el deslizamiento por el colapso de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3, ocurrido el 15 de enero de 2019.

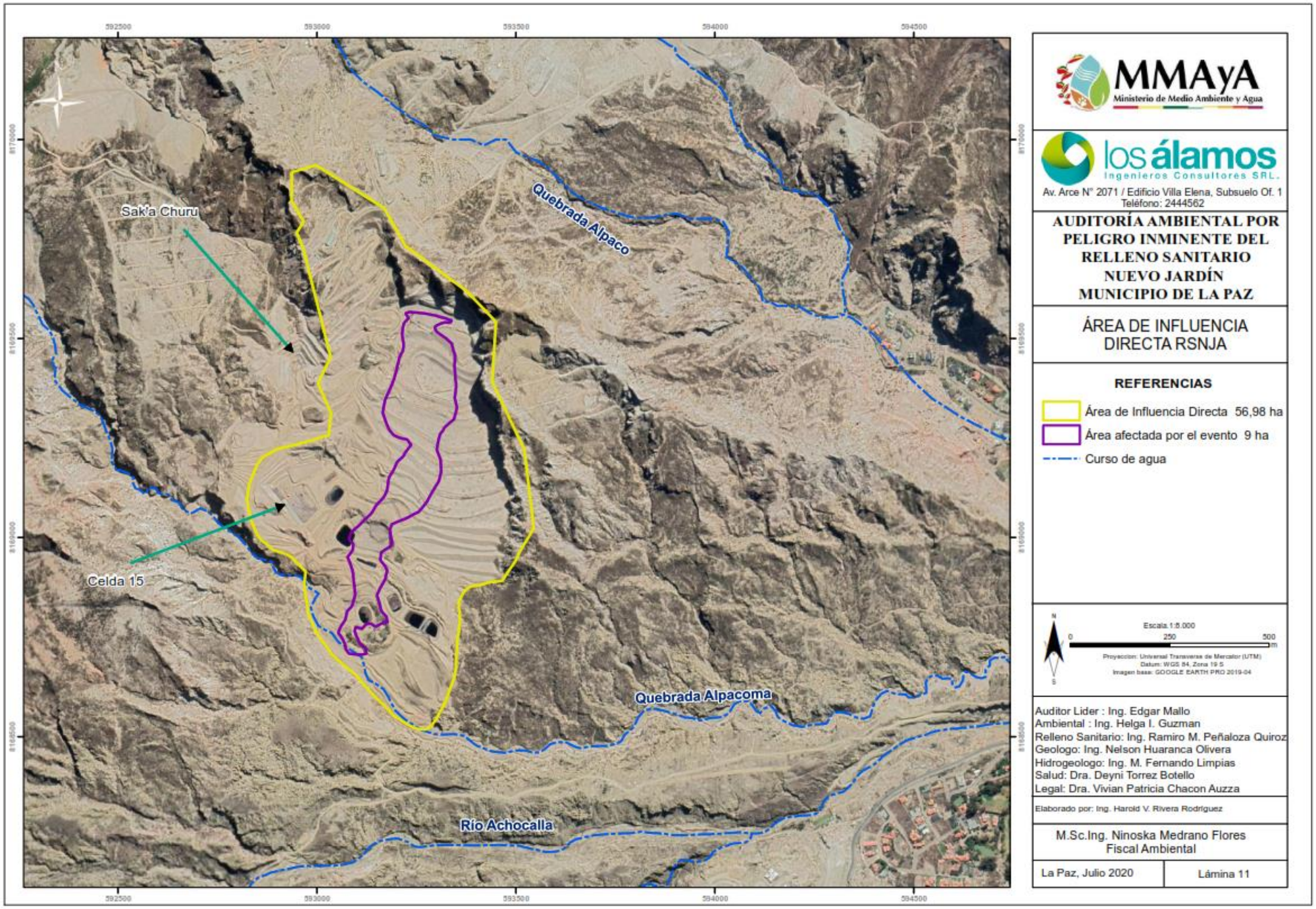


Ilustración A-1 Área de Influecia Directa
Fuente: Elaboración Propia

A.3.7.1 RSNJ

Se ha definido como el área del RSNJ a la superficie de propiedad del GAMLP, destinado a la construcción del Relleno Sanitario. El documento de propiedad señala que el GAMLP ha adquirido 40 Has.

A.3.7.2 Área de Deslizamiento y Derrame

Se refiere al área que ocuparan los residuos sólidos luego del deslizamiento. Esta área está calculada en 9.5 Has.

Gran parte del área de deslizamiento se encuentra dentro del área del RSNJ, sin embargo, existe un área que se encuentra fuera de dichos predios. El área asciende aproximadamente a 2,492.56 m^2.

A.3.7.3 Adicional

El Área Adicional fue incorporada al Área de Influencia Directa (AID) por encontrarse esta área intervenida por actividades propias de RSNJ, motivadas las mismas por el evento (invasión de parte del deslizamiento y lixiviados) y por identificación del operador de entonces como un sitio donde deberían efectuarse labores de protección.

- Se han podido identificar tres diques construídos luego del evento, para evitar que el flujo atraviese el curso de la quebrada Alpacoma. Dos de esos diques se encuentran dentro de lo que se ha definido como AID; el tercero se encuentra dentro del AII.
- En la parte sur del RSNJ, se encuentra la "dorsal sur", conformada por la Formación La Paz. En la parte sur de dicha dorsal, se efectuaron obras de protección y acceso, banquinas y posteriormente estanques para lixiviados. Al estar relacionadas dichas obras con los trabajos propios del RSNJ, esta área ha sido incorporada al Área de Influencia Directa.

La superficie del área adicional está señalada en la Tabla A-6. La Ilustración A-2 enseña el área de influencia directa (AID), enfatizando en el Área Adicional.

A.3.7.4 Celda 15

Por haber sido habilitada esta celda para descargar parte de los residuos sólidos proveniente del deslizamiento, se ha visto conveniente incorporar el área de esta celda y sus accesos y área de circulación como parte del Área Directa. El área alcanza a aproximadamente 51,593.78 m^2.

A.3.8 Área de Influencia Indirecta

El Area de Influencia Indirecta (A.I.I.) fue determinada considerando el alcance de los posibles impactos ambientales sobre los factores de la Calidad del Aire, Suelos, Aguas superficiales (cursos de agua superficial Alpacoma y Achocalla), Aguas Subterráneas y la salud humana.

En el transcurso de los trabajos de campo de la Fase 2, Actividades en el Sitio a Auditar, con inspecciones al contorno de los puntos cardinales norte, sur y este, oeste del RSNJ, ha sido posible evidenciar que el AII no puede tener un perímetro regular para los diferentes factores que fueron identificados, colectados y medidos, porque el RSNJ se encuentra ubicado en un área casi rural, debido a que no existen poblaciones aledañas cercanas a los puntos cardinales Este, Sur y Oeste. Sin embargo, al norte del RSNJ existe una población aledaña dispersa asentada (ladrilleras) desde algunos años atrás.

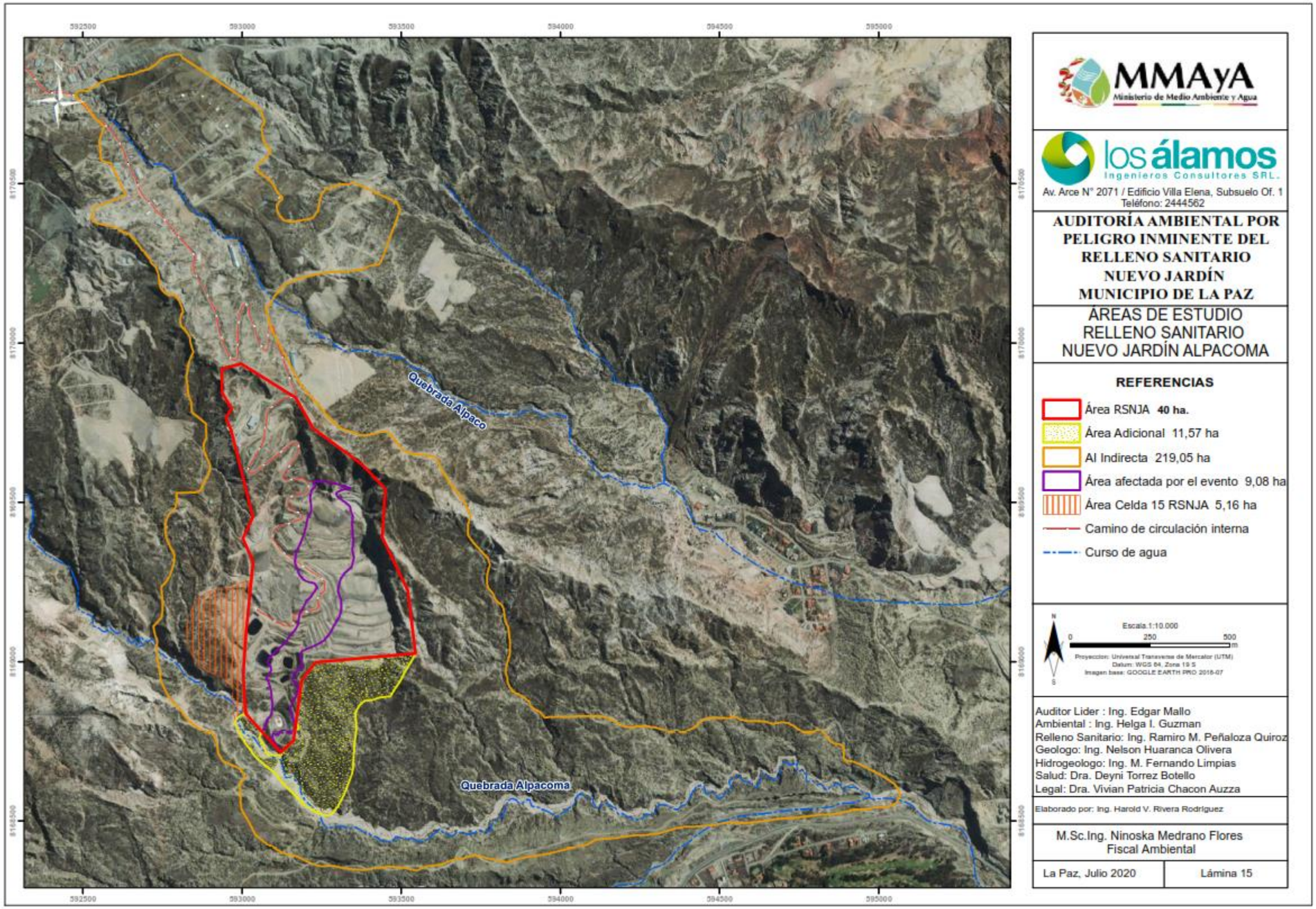


Ilustración A-2 Áreas de estudio RSNJA

Fuente: Elaboración Propia

En este sentido, en base a los trabajos de campo realizados con cada uno de los especialistas, particularmente por las Especialistas Ambiental y Salud (socioeconomía, encuestas sociales a los vecinos de los barrios colindantes del Norte del RSNJ), se puede asumir una distancia referencial de afectación máxima de 2,0 Km desde el RSNJ, particularmente, para el factor ambiental de aguas superficiales.

Por inspecciones conjuntas con personeros del GAMLP (Ing. Rubén Ledezma, Ing. Denis Méndez y otros) para establecer el alcance del AII, llegamos hasta las áreas donde llego el deslizamiento, en el área del dique 3 (pasando la quebrada Alpacoma) y en la confluencia de esta quebrada con el río Achocalla, metros arriba donde se construyó el represamiento 1 (criterio ambiental).

La aplicación de la evaluación socio-económico-cultural fue delimitada hacia la población existente al Norte del RSNJ, haciendo hincapié en el factor salud. Complementariamente, se evaluó la calidad del aire en esta misma dirección para determinar algún impacto en la salud por este factor. Con los dos criterios ambientales y de salud se delimitó el AII como se refleja en la Tabla A-7:

Tabla A-7 Superficie de Área Indirecta

Descripción	Superficie	
	m^2	Has.
Área Indirecta – Criterio Ambiental	1,735,300	173.53
Área Indirecta – Criterio Socioeconómico	455,200	45.52
Total		219.05

Fuente: Elaboración propia

A.3.8.1 Línea de Medio Ambiente

Se establece valoraciones de Medio Ambiente para establecer el Área de Influencia Indirecta (A.I.I.). El grado de influencia indirecta esta determinado por el alcance de afectación al medio ambiente, por el probable impacto sobre los recursos hídricos circundantes y el deterioro de la calidad del aire por partículas biológicas viables, biogás y olores; se tomaron en cuenta los siguientes criterios técnicos y operativos:

- Efecto ambiental negativo debido a la calidad de las aguas superficiales hasta una distancia máxima de 2.0 km.
- Efecto ambiental negativo en la población ubicada en la parte Norte del RSNJ por posible contaminación del aire (biogás y olores)

La existencia de una posible afectación por "descarga" subsuperficiales del RSNJ hacia el curso de agua superficial Alpacoma que afectaría negativamente su calidad ambiental. La probable evidencia de este impacto se determina con dos puntos de muestreo de aguas AG-02 AA ALPA y AG-03 AA ALPA, ubicados en puntos de monitoreo a 100 m y 2 Km, respectivamente, en dirección Este respecto a la ubicación del RSNJ. El deterioro de la calidad del Aire por concentraciones de biogás (CH_4, CO_2) y olores (SH_2) y su transporte debido a corrientes de aire convectivo hacia el noroeste (población) puede afectar hasta una distancia de 1.6 km, empero, para efectos de seguridad se asumió una afectación hasta una distancia de 2.0 km. La Ilustración A-3 muestra dicha área.

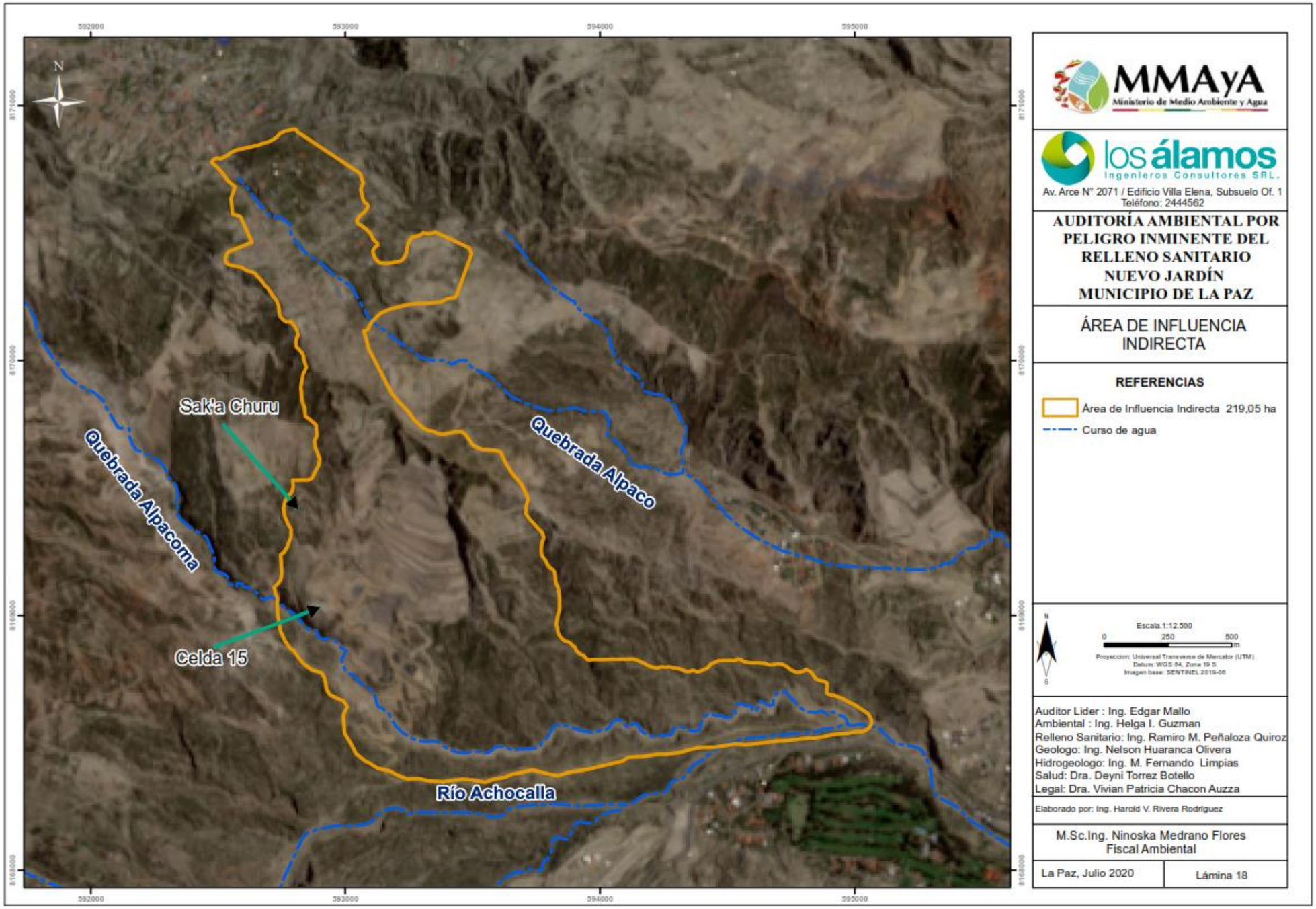


Ilustración A-3 Área de Influencia Indirecta
Fuente: Elaboración Propia

A.3.8.2 Línea Socioeconómica (Predominancia de Salud)

Para determinar el radio de influencia de los impactos socioeconómicos que ocasionó y ocasiona la existencia del RSNJ, se toma en consideración la información secundaria colectada de centros de salud que en su momento atendieron los efectos en la salud de la población debido al deslizamiento de los residuos sólidos municipales. En el 2004 (2010) la población aledaña estaba más alejada del relleno sanitario. Hoy el grado de afectación en salubridad del RSNJ a la población aledaña actual podrá contar con indicios valederos por medio del levantamiento de encuestas directas.

Se considera el siguiente criterio de salud (socioeconómico):

- Impacto por partículas biológicas viables (PBV), suspendidas totales (PST) y malos olores, provenientes del RSNJ, por dispersión, debido a la dirección prevalente del viento hacia la parte noroeste donde existe población aledaña.

A.3.9 Área Total de Estudio (sumadas las áreas Directa e Indirecta)

A continuación, se inserta la tabla que refleja las superficies del Área Directa y el Área Indirecta.

Tabla A-8 Superficie Total Área de Estudio

Descripción	Superficie		Has
	m^2	Has.	Parcial
Área Directa			56.98
Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ)	400,000.00	40.00	
Área excedente de deslizamiento	2,492.56	0.25	
Área Adicional	115,713.66	11.57	
Área Ocupada por Celda 15	51,593.78	5.16	
Área Indirecta			219.05
Área Indirecta – Criterio Ambiental	1,735,300.00	173.53	
Área Indirecta – Criterio Socioeconómico	455,200.00	45.52	
Total			276.03

Fuente: Elaboración Propia

A.4 Identificación y Evaluación de Condiciones Previas

La Identificación y Evaluación de las Condiciones Previas, a efectos de transcripción, está identificada en este acápite como **IECP**.

A.4.1 Evaluación por Períodos

Para establecer las condiciones previas de la AOP RSNJ dividiremos su alcance cronológico en tres períodos, el primero, corresponde de octubre de 2004 hasta 2009, el segundo, corresponde al inicio del trámite de obtención de la Licencia Ambiental permanente hasta su conclusión el 27 de octubre de 2010 y finalmente el tercero después del evento a la fecha de inicio de la AA. Este último periodo, también corresponde a las condiciones previas a la AA, pero es desarrollado en el Informe Legal como disposición emanadas por la AACN.

La información ambiental en el primer periodo demandada al GADLP no fue recibida porque no estaba "disponible", salvo información escasa del proceso de obtención de las Licencias Ambientales

Eventuales. En el segundo periodo se evalua los aspectos técnico-administrativos presentados y aprobados en el Manifiesto Ambiental por la AACN, así como los Informes de Monitoreos (semestrales y anuales) y la información recibida en la Consultora.

El alcance metodológico para desarrollar el título comprende temáticas componentes integrantes de la gestión administrativa, operativa, ambiental, seguridad e higiene, infraestructura y mantenimiento.

De esta manera, el área destinada al proyecto, operación y mantenimiento del Relleno Sanitario Nuevo Jardín, está ubicada en el Municipio Nuestra Señora de La Paz, Cantón La Paz según Jurisdicción Ley N° 1669 con Certificado de Registro Catastral en mayo de 2010. La documentación legal demuestra que en los años 2004 a 2012 la actividad perteneció al Macrodistrito 1-Cotahuma, formando parte de la transición generada a partir de la promulgación de las Leyes Municipales Autonómicas N° 017 – 024 del 18 de octubre de 2012, lo que determinó que reformulaciones de las divisiones distritales del Municipio, aprobadas bajo Ordenanzas Municipales de los años 2012 y 2015, el predio del Relleno Sanitario Nuevo Jardín forme parte del Distrito 4 del Municipio de La Paz.

En base al Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Adecuación, Seguimiento y Control Ambiental, se presenta la Identificación y Evaluación de la Condiciones Previas Ambientales:

Cuadro A-12 IECP – Plan de Emergencia

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	Antecedentes	D.S. 27626 en fecha 13/07/2004: Declaración de Zona de Emergencia del Relleno de Mallasa. El GAMLP compromete un tiempo de vigencia de la LE no mayor a los 10 meses.	➢ El GMLP traslada el Relleno e inicia el Cierra del Relleno Sanitario de Mallasa. Adquiere un nuevo sitio.	La Licencia Eventual dura más de 5 años de octubre de 2004 a octubre de 2010.
2	Identificación del Proyecto	Nombre: "Nuevo Jardín" de Alpacoma Ubicación: Comunidad de Alpacoma, provincia Murillo, Dpto La Paz, Macrodistrito 5 Sur, Jurisdicción Municipal de La Paz. Personalidad Jurídica del responsable: Dr. Juan del Granado Cossío. HAMLP	➢ Después de evaluar tres lugares se decide por el terreno de Alpacoma. ➢ Sobre esta ubicación se tramita y se obtiene la Licencia Eventual PREF – DDRNMA – LE – 001 – 04	La vigencia de esta Licencia eventual fue de 8 meses.
		Objetivos específicos: - Construir y operar la primera celda de disposición final de los RS. - Proceder al cierre de operaciones del Relleno Sanitario de Mallasa, en base al DS. 27626. - Preservar la salud de la población total de la ciudad de La Paz, en un nuevo relleno sanitario municipal. - Promover la mejora de la calidad de vida en el Parque Nacional Mallasa. - Desarrollar e implementar la infraestructura necesaria para la buena operación del relleno sanitario, durante el tiempo de su vida útil.	➢ Contar con un Relleno Sanitario Municipal que resuelva la gestión de RS de forma integral. ➢ Licencia para la construcción de la primera celda de disposición final de RS. ➢ Dar continuidad al servicio de recolección y disposición de RS. ➢ Con beneficiarios finales para la población de La Paz.	Para construir el nuevo relleno se debe realiza estudios previos, empleando procedimientos de manera técnica y ambientalmente suficientes.
3	Selección del sitio	Se presentan tres alternativas de ubicación: Lasttan Khollu, Huallatani Pampa y Bajo Alpacoma. En cada una se realizó una evaluación de los posibles impactos para todos los factores.	➢ Luego se seleccionó el terreno de Bajo Alpacoma fue el que mejores condiciones técnicas ofrecía.	El Plan no cuenta con respaldos técnicos de la elección del sitio
4	Superficie requerida	Se ha previsto un área de 20 Has, con posibilidades de expansión a 80 Has.	➢ Su expansión consideraba la planta de biogás, reciclaje, compostaje, tratamiento de lixiviados.	También consideraba la disposición final residuos peligrosos, desarrollados a futuro

Fuente: Elaboración Propia con base en Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental

La descripción, formato, identificación y evaluación de las condiciones previas técnicas y ambientales en el documento Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental sirvieron como base fundamental de información para elaborar el Manifiesto Ambiental, salvo algunas particularidades descritas en el Plan de Prevención, un importante contenido de la información del Plan fue reproducida en la elaboración del Manifiesto Ambiental.

Por ejemplo, las descripciones de geología local, geomorfología, hidrogeología, geotecnia, suelos, ensayos de peso específico, estudios geofísicos con sus resultados de los sondeos geo-eléctricos, riesgos naturales, hidrología, análisis pluviométrico, estudio meteorológico, flora, fauna y ambiente socioeconómico. El texto completo del Plan de Prevención está contenido de manera inextensa en Anexos 2 y 5 del MA. Dichos estudios fueron elaborados a fines de la gestión 2004 y parte de 2005, posteriormente, con un alcance contextualizado fueron presentados en el trámite del Manifiesto Ambiental en el año 2010.

Por esta razón, para evitar la duplicidad de análisis de poca practicidad, los factores técnicos serán identificados y evaluados en el contenido del Manifiesto Ambiental en la parte de Anexos. Sin embargo, ciertas particularidades contenidas en el Plan serán analizadas en este espacio.

Cuadro A-13 IECP – ParticularIdades Contenidas en el Plan Emergencia

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	Residuos Sólidos	Se asumió una tasa ponderada de 565 kg/hab./día para el año 2001. Las proyecciones de recojo de residuos para los años 2004 y 2005 son 451 y 475 kg/hab./día. Los residuos eran recogidos por la Empresa Clima S.R.L. en un 75% y el 25% por microempresas.	Tanto la tasa ponderada de 565 kg/hab/día como sus proyecciones para los años 2004 y 2005 de 451 y 475 kg/hab./día, respectivamente, son razonables al tiempo de inicio de la operación del RSNJ.	Los residuos patógenos se mantuvieron en 450 kg/día.
2	Método de Operación	Los dos métodos operativos que fueron aprobados por la Licencia Eventual fueron de Trinchera y de Área con condiciones técnicas favorables de podría emplear un método combinado.	La NB 760 y el Manual de Operaciones del Relleno consideran como válidos los métodos de operación indicados.	El principio de un proyecto de disposición final basado en el método de Relleno sanitario se enmarca en la optimización de área y reducción de volumen de los residuos depositados.
3	Conformación de la primera celda	El Plan explica a grandes rasgos las características técnicas constructivas de la primera celda por el método de área. La base del suelo podrá o no ser impermeabilizado con geomembrana si tuviera un coeficiente hidráulico de 10^{-7} cm/seg. El grado de compactación del 90% de Proctor T-99. Luego se describe los elementos constructivos de los captadores de biogás, pendiente transversal del 1% y longitudinal del 2% para captación de lixiviados, taludes conformados de 2 a 1, la altura de la celda será de 5 metros con una cobertura diaria de 20 cm de tierra.	La imagen de mayo de 2005 demuestra la operación por el método de trinchera.	En ocasión de la adecuación de la Celda 11, en la Memoria Descriptiva de dicha celda se menciona la actividad de empalme de la geomembrana entre la Celda 11 y la "celda antigua".
4	Sistema de impermeabilización	Para la construcción del Relleno Sanitario Nuevo Jardín, se empleará en la primera fase el método de impermeabilización artificial para la superficie útil, las fosas, drenes y almacenamiento de los lixiviados.	La NB 760 considera la impermeabilización sintética como un sistema de impermeabilización adecuado.	
5	Generación y control de biogás	En el relleno sanitario se genera biogás por descomposición progresiva de la materia orgánica. Su control se efectúa por sistema de venteo y debe cuidarse que las capas de residuos sólidos queden debidamente compactadas y perfectamente cubiertas con tierra para evitar la salida desordenada de los gases nocivos al medio ambiente.	Evidentemente se procedió como se describe en la identificación.	
6	Distribución y características generales de los pozos de venteo	La distribución de los pozos de venteo de biogás es determinada en función a la experiencia del Relleno de Mallasa ubicados a 30 m entre cada captador. La característica de los pozos de venteo está definida como pasivo para adecuar a un sistema activo.	La NB 760 señala que son estructuras verticales o chimeneas de 60 cm de diámetro con desplante en el fondo del relleno, con una placa de hormigón en la parte superior y un tubo de venteo.	

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
7	Generación de Lixiviados, extracción y monitoreo	El lixiviado es un líquido altamente contaminante, se produce por percolación del agua contenida en los RS, actividades microbianas, infiltración de aguas pluviales y potencialmente podría impactar la calidad del agua subterránea. Su generación se propone estimar a través de un balance hídrico y un modelo matemático, se produce a partir del tercer mes de operación. Se propone minimizar su generación por compactación, colocado de capas delgadas y el colocado de una capa de basura de 2 m al fondo del cuerpo. Se estima generar un volumen de 300 m3 en base a experiencia previa del Relleno de Mallasa. Para este fin se construirá un estanque cubierto de polietileno de alta densidad (HDPE) con un espesor de 1.5 mm. Su extracción se haría por un sistema de drenaje por una red de mangueras de goma de 4".	La explicación es general no describe detalles del posible modelo matemático para estimar la generación del lixiviado. Se puede estimar que para la extracción del lixiviado se emplearan bombas que no son explicadas, su colecta por medio de una red de mangueras. El monitoreo del lixiviado como establece el título no cuenta con una descripción.	Además, se propuso instalar alrededor de cada estanque una cerca de alambre de púas para evitar la caída o ingreso accidental de animales
8	Tratamiento de lixiviados – Elaboración de "queques"	Para el tratamiento del lixiviado se propone la elaboración de "queques", una mezcla de suelo rico en arcilla con lixiviado. Se explica de forma teórica los fenómenos que ocurren durante esta mezcla, se los considera como apropiados. Se propone continuar con esa experiencia de tratamiento lograda en el RSM. La relación de mezcla es de 30 m3 con 50 m3 de suelo para generar 70 m3 de queques. Se prevé: esta mezcla denominada "queque", será devuelta al relleno sanitario conjuntamente con la capa de tierra que cotidianamente se hecha a los RS.	La explicación teórica concluye indicando que lixiviado reduce grandemente su grado de contaminación al ser mezclado con material arcilloso. Aunque condiciona a que el "queque" sea devuelto al relleno sanitario para que las bacterias anaeróbicas prosigan con su función depuradora. Las Normas Bolivianas NB 742-760 no consideran el tratamiento o métodos de tratamiento del lixiviado.	
9	Obras complementarias	Se considera la construcción de las obras complementarias, como ser: caseta de control de peso, oficinas, vestidores, baños higiénicos, talleres, comedores, sistemas de conducción de aguas superficiales y cerca perimetral.	La NB 760 considera además de los mencionados, los señalamientos fijos y móviles, almacén y cobertizo, Áreas y acceso de espera, Área Administrativa, servicios de primeros auxilios y cerca perimetral sin implementación.	En el Plan se describe a las oficinas como posible Área Administrativa que se encuentra construida.
10	Zona de Amortiguamiento	Se considera un Área de Amortiguamiento, no establece el tamaño y lo define en relación al espacio que tiene desde un determinado límite del Relleno Sanitario hasta el límite de la mancha urbana que es superior a los 2000 metros (NB 757).	La NB 760 considera el Área de Amortiguamiento, como el espacio perimetral diseñado y construido de 30 a 50 metros.	El Área de Amortiguamiento descrita en el Plan de Emergencia está referida al espcio entre el RSNJ y la población aledaña; forma incorrecta.

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
			Dicha franja deberá estar reforestada con vegetales de talla y follaje suficiente para reducir la salida de polvos y ruidos.	
11	Olores	Los olores generados por el relleno causan molestias a los pobladores cercanos, para reducir este impacto ambiental se considera un área de amortiguamiento de 1000 m; cobertura con geomembrana de los estanques de lixiviados; barreras naturales por topografía; operación y control de venteo de biogás. Los olores se generan por emisiones gaseosas de basura cruda; por contacto del lixiviado con el aíre y gases del relleno	Las emisiones de olores son inevitables, pero se incrementa si los desechos o lixiviados son removidos, mezclados y tienen mayor contacto de la interfase sólida o liquida con el aire. Los estanques con geomembrana no evitan el contacto de interfase aire-líquido.	El efecto comparativo del RSM con el RSNJ de impacto de olores hasta una distancia de 365 m, es un comentario referencial, no aplicable al segundo relleno.
12	Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales	Para la identificación y evaluación de impactos ambientales se utilizó la Matriz de Interacción de Leopold (1971). Los factores ambientales evaluados son el aire, agua, suelo, ecología, ruido y socioeconómico.	Los resultados para el aire indican que el impacto para las partículas suspendidas totales y olores tienen una calificación de moderado (B), debido a la descarga de residuos. El impacto por el RSNJ sobre la calidad de las aguas fue valorado en Bajo para los parámetros de DBO_5; compuestos tóxicos y coliformes totales por influencia del lixiviado. El suelo tampoco se encontraría impactado por su calificación Baja, debido a agrietamiento, fisuras, desprendimiento de taludes, compactación, uso de suelos para esparcido y compactación de residuos. En socioeconomía, el impacto es Moderado debido a que a tiempo de producirse la Clausura y Mantenimiento del RSNJ estaría afectando el estilo de vida de la población por los Lixiviados y el Biogás.	Los impactos a la Ecología y ruido son Bajas. En ninguno de los casos para los seis factores ambientales considerados en la Identificación y Evaluación de Impactos se impactaría a un grado mayor a un riesgo Moderado.
13	Medidas de Prevención y Mitigación de los Impactos Ambientales Negativos	No es posible su identificación, debido a que el documento del Plan de Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental presentado a consideración del Auditor no contiene la información. El documento salta de la página 54 a la 63.	Sin evaluación.	

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
	Identificados			
14	Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental	El PASA tiene por objetivo general garantizar el cumplimiento de las medidas de adecuación. Después establecer indicadores de carácter administrativo para aplicar medidas de carácter preventivo para los factores considerados importantes: Agua, Aire, Suelos y Ecología.	De los factores ambientales considerados como importantes sólo se proponen medidas de seguimiento y control para dos factores: Aguas y Aire. En aguas para el lixiviado y superficiales y en aire para el biogás no se consideran las partículas aerotransportables que instruye la NB 760.	
		Factor Agua: Se propone la caracterización del Lixiviado y control de la calidad de aguas del sistema de drenaje. Para el lixiviado se monitorearÁ su aforo cada mes y su calidad química con 21 parámetros de forma semestral. Para las aguas superficiales el monitoreo se llevaría a cabo en dos puntos: aguas arriba y abajo del canal de drenaje (hoy qda. Alpacoma) con 22 parámetros de materia orgánica, sales y metales, realizado por un laboratorio a ser contratado.		
		Factor Aire: Monitoreo del Biogás: Se propone el control en función a la aplicación de la NB 760 para medir la composición de biogás en metano, dióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno en forma bimensual. Además, mediciones mensuales de Explosividad, toxicidad y flujo del biogás. Para determinar el flujo se aplicó la Norma ISO 9096, primera edición del 15/06/1992. Con un analizador de gases se determina la composición media del biogás. Con este dato y la temperatura de salida se calcula la densidad del biogás y se transforma a las condiciones locales		
15	Anexo 1: Diseño de la Celda de Emergencia	Se considera una Memoria Descriptiva donde se explica que el GAMLP decidió solicitar una Licencia Ambiental Eventual para una Celda de Emergencia en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín. El objetivo es servir de base para la ejecución de las obras de adecuación, de la disposición final de los residuos sólidos y del manejo de los lixiviados y biogás y cumplir legislación ambiental boliviana.	Su contenido es mínimo. Se adjunta Memoria Descriptiva y Análisis de Laboratorio de Suelos.	
16	Descripción del Proyecto	Por características topográficas la Celda de Emergencia se ejecutará en talud, empleando métodos combinados para la conformación de las celdas, como el de trinchera, área y el método de quebrada. Se iniciará en	Señalar que la propuesta de construcción de la Celda de Emergencia siguió los procedimientos normales de	La construcción de la Celda de Emergencia siguió los procedimientos normales de construcción.

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
		una terracería con previo corte de tierra a 3500 msnm, se conformarán luego taludes y banquinas hasta la cota 3520 msnm. Por costo, tiempo y clima no se decidió el empleo de arcilla o de geomembrana.	construcción. El talud se construiría con inclinación 1V:2H.	
17	Volumen y capacidad	Volumen de excavación: 329.842,38 m^3, capacidad volumétrica 184.059,00, vida útil: 344 días.	La vida útil programada es suficiente para cubrir el periodo de vigencia de la Licencia Eventual de 8 meses (240 días).	
18	Recolección y disposición de lixiviados	En el nivel de desplante se excavará una zanja longitudinal con pendiente de 2% inclinada hacia el talud frontal, al tiempo de impermeabilizar la base de la celda, para luego proceder a la instalación de la tubería y el drenaje con grava gruesa. También se propone la construcción de un estanque y el método de control de lixiviados será el de recirculación en las mismas celdas diarias.	Son características de construcciones usuales y prescritas en la Norma Boliviana NB 760.	
19	Recolección de Biogás	Para la recolección del Biogás se define la instalación de 20 captadores distribuidos uniformemente en toda la superficie del desplante. Su construcción será progresiva.	El sistema propuesto es usual para el caso.	
20	Celda de residuos Patógenos	Se ha destinado una celda para la disposición final de los residuos patógenos, diseñado bajo norma, se consideró la conveniencia o no, de instalar un sistema de extracción de lixiviado y biogás, frente a la alternativa de cerrar por completo la celda (cada 3 meses) con geomembrana. Su capacidad permite la operación durante la vida útil del RSNJ, mientras en nuestro medio se implementan sistemas de tratamiento modernos.	Se ha verificado su existencia hasta la actualidad.	El sistema de disposición final de residuos patógenos con la técnica de relleno sanitario requiere de cumplimiento estricto de los protocolos e implementación de medidas de seguridad.

Fuente: Elaboración Propia

Una vez declarada Zona de Emergencia Municipal el Relleno Sanitario de Mallasa (RSM) por el Gobierno de ese entonces mediante D.S. 27626 de fecha 13 de julio de 2004, se dispone llevar a cabo el Plan de Traslado y Cierre del RSM hacia un nuevo emplazamiento.

Para el nuevo Proyecto era necesario elaborar un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, por aplicación de la Ley 1333 Medio Ambiente y las NB 757 y 760, cuando el GAMLP requería de forma inmediata dar continuidad al servicio de disposición de RS del Municipio. De ese modo, con aprobación social de entidades, autoridades y comunarios, se logra contar con una Licencia Eventual N° PREF – DDRNMA – LE – 001 – 04, en un mes, aprobada en fecha 29 de septiembre de 2004; para el nuevo Proyecto de disposición final de RS ubicado en la zona de Alpacoma.

Esta modalidad de trámite fue procedente por aplicación de la Ley 1333 Medio Ambiente, arts. 17°, 18° y 19°, además del Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos, art. 86° por la Autoridad Ambiental Competente Departamental, denominada en ese año, Prefectura del Departamento de La Paz. No se identifica y evalúa del cumplimiento de los compromisos ambientales asumidos en la Licencia Eventual porque la documentación de respaldo no fue entregada a la consultora auditora por la actual Gobernación Departamental de La Paz.

La valoración de los cuadros presentados líneas arriba:

- El tiempo proyectado y comprometido en la solicitud de la Licencia Eventual era de 10 meses, en correlación al diseño de la celda de emergencia y su vida útil: 344 días. La AACD otorga ocho meses (240 días) en su aprobación Licencia Eventual N° PREFDDRNMALE-001-04 de fecha: 29/09/2004.
- La superficie para las operaciones del RSNJ se inicia en 20 has, con posibilidades de expansión a 80 has, para construir una planta de aprovechamiento de biogás, reciclaje, compostaje, tratamiento de lixiviados y área de disposición de otros residuos (peligrosos).
- El Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental considera el Programa de Monitoreo para los factores agua en lixiviado y superficiales y aire, sin considerar PST's, PM10 y partículas biológicas viables. Los factores suelos, aguas subterráneas, riesgos y seguridad ocupacional, no son considerados en el plan.
- El Programa de monitoreo para agua y biogás considera una descripción de la metodología de toma de muestras, ubicación, parámetros a analizar, personal y material requerido, frecuencia, obras, costo y cronograma y funciones y responsabilidad del personal encargado.
- El enfoque inicial del Plan conlleva hacia un proyecto de Relleno Sanitario, reduciéndose en la Memoria Descriptiva (Anexo 1) al diseño de la celda de emergencia, no se incluyen planos de ubicación, planimetría general, perfiles longitudinales, transversales y detalles constructivos de la celda de emergencia.

Cuadro A-14 Licencia Eventuales – Aspectos Administrativos

Nombre de la Licencia	Código	Hoja de ruta y fecha de la nota	Tiempo de la licencia	Normativa de referencia	Descripción de autorización	Instrucciones de la AACD
Licencia Eventual	PREF – DDRNMA – LE – 001 – 04	29/09/2004 (fecha asumida por la correlación de notas)	8 meses 1°/10/2004 hasta 1°/05/2005	Ley N° 1333, Arts. 17°, 18° y 19° y Art. 86° de RGRS.	Se autoriza el Plan de Emergencia para la Prevención y Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental.	Dar estricto cumplimiento
Ampliación de LE		DP-C-824/2005 de 15/06/2005	6 meses del 17/06/2005 hasta el 17/12/2005	Art. 86° de RGRS	Formato digital disponible ilegible.	Ilegibles
Ampliación de la LE y aprobación del Plan de Emergencia para la Prevención y Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental Macro celda 1.	PREF-DDRNMA-LE-001-04	PREF-DDRNMA-UMA-C-1185/05 28/12/2005	12 meses del 28/12/2005 hasta el 28/12/2006	Art. 86° de RGRS	Aprobación para implementación de Macrocelda 1. Cite DCA N 1476/2005 de fecha 19/12/2005.	Exige presentar informes semestrales referentes a medidas de mitigación y monitoreo a cada etapa de la implementación de la Macrocelda 1.
Ampliación de la LE y aprobación del Plan de Emergencia para la Prevención y Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental Macro celda 2.		PREF-SDRNMA-DMA N° 965/2006 21/12/2006	8 meses a partir del 28/12/2006 hasta 28/08/2007	Art. 86° de RGRS	Aprobación para implementación de Macrocelda 2 dentro del proyecto RSNJ cite DCA N° 3105/2006 de fecha 06/12/2005	Solicita que el EEIA considere los resultados de la Evaluación Técnico Legal, mientras dure esta ampliación.
Ampliación LAE – Macrocelda 2	PREF-DDRNMA-LE-001-04	PDLP-SDRRNNMA-DMA-C-458/07 27/08/2007	8 meses a partir de 29/08/2007 hasta el 29/04/2008	Art. 86° de RGRS	Aprobación de la solicitud de ampliación de la LE.	Solicita cumplimiento de plazos establecidos en el cronograma presentado por la DCA del GMLP. La omisión será sancionada con la suspensión de la Licencia eventual.
Ampliación de LAE. RSNJ Macrocelda 2	PREF-DDRNMA-LE-001-04	PDLP-SDDP-C-333/08 25/04/2008	6 meses a partir de 28/04/2008 hasta el 28/09/2008	Art. 86° de RGRS		Cumplimiento estricto del plazo establecido.
Ampliación de LE	PREF-DDRNMA-LE-001-04	PDLP-AMA-C-230/08 28/10/2008	12 meses a partir del 29/10/2008 hasta el 29/10/2009		Nota original no disponible, se adjunta una aclaración de la fecha de prórroga de la LE.	Información no disponible. Referencia los informes PDLP-DRRNN-MA-AMA-I-204/08 (13/10/08) y PDLP-DRRNNMA-AMA-I-152/08 (28/10/08)
Licencia Eventual	PREF-DDRNMA-LE-001-04	28 de octubre de 2009	6 meses a partir del 28/10/2009 hasta el 28/04/2010.	Arts. 17, 18 y 18 de la Ley N° 1333 y Art. 86° de RGRS	Autoriza la implementación del Plan de Emergencia para la Prevención. Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental.	Cumplimiento estricto del Plan mencionado y los reglamentos correspondientes.

Fuente: Elaboración Propia con base en el Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental

La Licencia Eventual se amplía en siete (7) oportunidades. Desde el 28 de abril de 2010 hasta el 27 de octubre de 2010 (seis meses) la AOP opera sin contar con una Licencia Ambiental; mientras se tramita la aprobación de su Manifiesto Ambiental. El respaldo de los documentos presentados de solicitud de ampliaciones y el seguimiento a los monitoreos para su actual evaluación no fue entregada por el GADLP a la Consultora Auditora. La evaluación de la correspondencia como se demuestra en el cuadro anterior, expone un proyecto que tuvo ampliaciones informadas sobre las MC 1 y 2 aplicando la vigencia de la emergencia inicial. Hasta el año 2010, no se incorpora en la Licencia Eventual la MC 3 construida bajo autorización de la comunicación oficial SIREMU/C-OF- DS/0696/2006 de fecha 25 de mayo de 2006.

Las situaciones imprevistas y tiempos limitados, no podrían haberse ampliado por más de 5 años, este hecho fue cuestionado por la AACD en su nota PDLP-AMA-C-0574/10 de fecha 18 de mayo de 2010 a la GAMLP en la que se exige la situación imprevista que motive a una sexta prórroga de esta actividad, de igual manera se aprueba hasta una séptima ampliación, por tanto, el RGRS fue aplicado por ambas instituciones de manera parcial sin el complemento de otros artículos y reglamentos del mismo Decreto Supremo.

Las entidades involucradas en el desarrollo de esta Licencia como responsables del cumplimiento de la normativa ambiental fueron los Gobiernos Autónomo Departamental de La Paz, Municipal de La Paz y el operador desde la vigencia de su contrato.

Cuadro A-15 - IECP - Manifiesto Ambiental – Área Administrativa

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	Datos Generales	Proyecto Relleno Sanitario Nuevo Jardín Gobierno Autónomo Municipal de La Paz Domicilio Legal: Calle Mercado 1298 Zona Suburbana Altitud: 4700 msnm Vida Útil: 13 años Monto de la Inversión: 4'500.000 USD Superficie ocupada: 20 Has. Área de Amortiguamiento: 20 Has Cinco edificaciones: Oficinas de Tersa, SIREMU, tinglado de mantenimiento, caseta PTL y caseta de seguridad. Vías de comunicación Unidades colindantes	➢ Representante Legal: Dr. Luis Antonio Revilla Herrero. ➢ La altitud media real es 3570 msnm. ➢ Vida útil del proyecto de 13 años, no es compatible con los 10 años de generación de lixiviados calculados en Anexo 3 - Cálculo de Lixiviados y los planos del diseño ingenieril presentados en Anexo 13 corresponden a un proyecto de 5,3 años. ➢ Superficie ocupada por el proyecto: 20 Has. ➢ Área de Amortiguamiento: 20 Has. no definidas con precisión en los planos. ➢ Total: 40 Has., dato corroborado en el Certificado de Registro Catastral. Superficie real registrada 400,000 m². Anexo 22. ➢ 5 edificaciones. ➢ Existen vías de comunicación tanto internas como externas.	El nuevo Representante Legal de la AOP es el Ing. Rubén Ledezma. Todo su contenido fue aprobado por la AACN. El área de amortiguamiento no se encuentra definida e identificada como demuestran los planos de Anexo 13.
	Datos Administrativos	Personal: Total: 126. Técnico: 26; Administrativo: 20; obreros:70 y eventual:10	Este total de personal difiere con el personal informado de 58 trabajadores, en el Plan de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar (Anexo 8) y el Organigrama, considera a 73 cargos del	La información no es uniforme.

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
			personal (Anexo 10).	
		Periodo de Trabajo: Anual de enero a diciembre. Siete días a la semana en 3 turnos.	El trabajo se desarrolla en el alcance que está informado en el Manifiesto Ambiental	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro A-16 IECP – Manifiesto Ambiental - Aspectos Físicos

N°	ASPECTO/ FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	Clima	Valle seco o mesotérico. Clima frío y seco. Estación climática seleccionada de Calacoto con un valor de 626 mm/año de precipitación.	La distancia a la estación es muy lejana casi 100 km en línea recta. Los datos climáticos no son representativos para el entorno físico del RSNJ.	En 2010 existían estaciones más cercanas al RSNJ. Siendo que la estación de El Alto, era la que contaba con mayor información meteorológica histórica.
	Suelos	Unidad fisiográfica montañosa	Corresponde a la descripción	Ninguna
		Uso de suelo: Actual: Relleno sanitario Potencial: Recreacional	Se describe en el Anexo 5, adaptado del Plan de Emergencias, con respaldo técnico de análisis granulométrico, compactación y otros	El MA fue aprobado sin el Certificado de Uso de Suelos o el estado respecto al Plan de Ordenamiento Urbano.
	Recursos Hídricos	Curso colindante principal permanente: Río Alpacoma con caudal de 50 l/s	Curso denominado quebrada Alpacoma con un caudal variable.	No se consideran los ríos Achocalla y Melchuco, ni mapas hidrográficos que fortalezcan la información. Se identifica una imagen satelital que refiere la distancia del RSNJ respecto a la quebrada Alpacoma 85 m. y al río Achocalla 575 m. Anexo 20.
		Lagos, pantanos y embalses artificiales	No se consideró los embalses artificiales denominados Estanques de Lixiviados.	La ubicación de los estanques EG1, EG2, difiere de la ubicación del proyecto de diseño aprobado por el MA, de Anexo 13.
		Aguas subterráneas:	Existencia de dos afloramientos naturales de 5 y 6 metros de profundidad, dirección de este a oeste, estanque anaerobio.	Colectados por tubería conducidos hacia el drenaje pluvial.
		Acuíferos. No se ha evidenciado la existencia de acuíferos.	Se describe que el nivel freático estuviera a más de 100 metros de profundidad.	La información no es sustentada con estudios técnicos.
		Calidad de aguas superficiales Existe un curso de agua superficial conocido como río Alpacoma que cruza la parte sur del RSNJ. Se realizaron análisis de agua superficial de la qda Alpacoma, antes y después de la actividad.	Los resultados químicos de las muestras analizadas del río Alpacoma demuestran un cuerpo de agua superficial clasificada dentro de la Clase D, en las 4 muestras representativas de su calidad.	En anexo 5, se identifica a este curso de agua como receptor y conductor de aguas residuales provenientes de la Ceja de El Alto, también promotor de la erosión hídrica del área. No se toma en cuenta la calidad de los ríos Achocalla y Melchuco.
		Calidad de aguas subterráneas	Existe un afloramiento de agua subterránea en la parte oeste del	La AOP a través de su Representante Legal

N°	ASPECTO/ FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
		Existencia de dos afloramientos naturales de 5 y 6 metros de profundidad.	RSNJ. Dos pozos de 5 metros de profundidad con agua de color verduzco ubicados en la parte Este del RSNJ.	informo la calidad de las aguas subterráneas a la AACN de la toma de muestras y análisis químicos a través de los IMA's. No se tomaron muestras para su análisis y determinación de la calidad de estas aguas en ninguna etapa operativa del RSNJ, que sean demostradas en la documentación adquirida para el presente estudio.
	Flora y fauna	**Flora.** Descripción de una variedad de especies, arbustos espinosos, cactos, tuna. Cubierta vegetal discontinuo y herbáceo, no existe vegetación endémica o comercial. Tampoco existe una reserva forestal. **Fauna.** Halcón María, leque-leque, gallineta, gaviota andina, colibrí y otras. El desarrollo corresponde a la información detallada del Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental.	El enfoque descrito pertenece a la región de la ciudad de La Paz. No tiene precisión por el área de ubicación del proyecto.	Se identifica el endemismo en 2 especies de flora en el área.
		No se identifican especies endémicas, en peligro de extinción o áreas protegidas y/o reserva forestal.	Se identifica el Área Protegida Municipal Challaloma al norte, el predio del RSNJ no forma parte de ella.	No se ha clasificado el estatus de especies para este informe.
	Aspectos socioeconómicos y culturales	Poblaciones circundantes. Al Norte Macro Distrito Cotahuma, al sur Macrodistrito Mallasa, al Este Macrodistrito Sur, al Oeste Ciudad de El Alto, las distancias fluctúan entre 2 y 3,5 km.	Información adecuada y suficiente	No se identifica la población de Alpacoma como dato en este punto.
		Áreas arqueológicas: No identificadas	Ninguna	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro A-17 IECP Manifiesto Ambiental – Descripción de las Operaciones

N°	AREA	ASPECTO/ FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	Descripción de las operaciones	Inicio de operaciones	1° de octubre de 2004	Fecha efectiva de disposición de los RSD en el RSNJ.	Desde su inicio hasta la obtención de la DAA aprobada transcurrieron 5 años.

N°	AREA	ASPECTO/ FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
		Tipo de actividad	Disposición final de residuos sólidos	Representa el objetivo general del Proyecto	
		Núm. de procesos	17 (Diecisiete)	N° de procesos reportados 17	No coincide con el número de procesos del Flujograma (Anexo 11)
		Tipo de procesos	**1. Disposición final de residuos sólidos domiciliarios** **Construcción.** El método de disposición de RS es combinado (trinchera y de área) óptimo para aprovechar la capacidad volumétrica. **Actividades**: Desbroce, Replanteo, Acondicionamiento, construcción de vías internas, Movimiento de tierras, Construcción de cortes y taludes, Peinado de taludes, Pendientes de la base de la celda, Pendientes longitudinales y transversales y Sistema de impermeabilización. Sistema compuesto por: Carpeta de suelo natural; Geotextil de polipropileno; Geomembrana primaria; Geonet de HPDE; Geotextil de polipropileno y Capa de protección - Sistema de drenaje de lixiviados, compuesta de una línea de drenaje colocadas en sentido longitudinal y transversal y un perfil de drenaje. - Sistema de evacuación de biogases. **Operación:** Registro y pesaje de vehículos, Playa de descarga y Plataforma de descarga, Zona de descarga, ***Construcción de la celda diaria,*** Distribución y compactación de residuos sólidos, Drenajes intermedios de lixiviados y Cobertura final **Disposición final de residuos patógenos: Construcción de celdas**. Sin drenaje de lixiviados ni evacuación de biogases. El sitio debe tener condiciones estables hidrológicos, geológicos e hidrogeológicos. El coeficiente de conductividad hidráulica para el suelo es de 10^{-6} cm/seg con un espesor mínimo de 1 m. Su construcción es similar a la celda de residuos domiciliarios. El sistema de impermeabilización de la celda está compuesta por una carpeta de suelo natural, de espesor 0,30 m, compactado; Geotextil de polipropileno; Geomembrana secundaria de HPDE; Geomembrana	La descripción de la construcción de las celdas de residuos sólidos domiciliarios es muy general. En este punto se debía desarrollar las Memorias de Cálculo de cada una de las Celdas con base al Proyecto(s) o Diseño original constructivo de las Macroceldas y celdas diarias. Con cuantiosa información técnica generada desde el año 2004 hasta julio de 2005, por el operador del RSNJ, la descripción técnica del punto 3 del Manifiesto Ambiental es muy pobre. No considera aspectos constructivos a detalle de las Macroceldas, celdas diarias y de patógenos. Sobre la considerable información técnica lograda en casi 6 años de funcionamiento del RSNJ, la descripción operativa debía ser una simple consecuencia clara y precisa contenida con una riqueza de datos técnicos que no está desarrollada en el MA aprobado por el MMAYA. Existe una mezcla de la parte operativa con la construcción de la celda diaria. Estos puntos de vista de evaluación están sostenidos en la información del Anexo N° 9 – Manual de operaciones y Anexo N° 16 Manual de Operaciones Celda de Patógenos.	El sistema de impermeabilización requiere estudios sobre las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la base y paredes de la celda, la información referente a estos estudios data del año 2004, obtenida para la implementación de la Celda de emergencia. Para el año 2010 las actividades se desarrollaban en las MC 1, 2, 3 y 4 (emergencia), la referencia disponible se encuentra en Anexo 5. Estudio Geológico y Punto 2. Estudios de análisis previos del Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental. La descripción no concuerda con el balance de lixiviados. No se describe la actividad de tratamiento de residuos a través de la elaboración de "queques". La elección del sitio de ubicación de la celda de patógenos no considera datos puntuales de aspectos hidrológicos, geológicos e hidrogeológicos, orienta sobre los requerimientos que se deben considerar. Sin dar mayor detalle de los procedimientos realizados, siendo que, para este periodo la

N°	AREA	ASPECTO/ FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
			primaria de HPDE texturizada por ambos lados; Geotextil de polipropileno; Capa de protección compuesta por suelo natural tamizado, homogéneo. **Operación de la celda diaria de Patógenos:** Se inicia con el registro y pesaje de vehículos para esto se cumple un protocolo de registro, después se traslada tierra al sector; se delimita la celda diaria; se aplica una solución de cal; se distribuye los residuos de forma manual y luego a cada capa de residuos se baña con una solución de cal. **Cobertura final de la celda especial**: La cobertura está compuesta por una capa de soporte, otra impermeable, vegetal, se compacta con una capa base de cubierta superior, luego con otra impermeable, una capa superior y se siembra.	Tampoco describe los procesos que se llevaban a cabo para el manejo y tratamiento de lixiviados, incluyendo la conformación de queques. La operación de la celda de residuos domiciliarios no considera la cobertura diaria.	celda de patógenos ya fue construida. La impermeabilización de la celda especial no debe coincidir con las capas de las celdas para residuos sólidos domiciliarios. En este punto no se considera la descripción de implementación de obras complementarias
		Insumos y materiales utilizados	Geos sintéticos, cal, ripio, polímero antiespumante, polímero sustituto de sulfato de aluminio, filtros 0.45 micras, agua destilada, agua bidestilada, agua des ionizada, Soluciones de Calibrado, pH 2, 7 y 12.	Reducida aprobación de insumos y materiales para una AOP como la del RSNJ.	No se consideran los coagulantes (Sulfato de aluminio y polímeros), tampoco el compuesto NaClO, mencionados en Anexo 15 Sistema de tratamientos de lixiviados. Puntos 5.3 y 11.2.
		Uso recursos naturales de la región y materia prima	Tierra Arcilla, 6096 m^3/mes	El reporte oficial otorgado por TERSA S.A., respecto al movimiento de tierras para la elaboración de queques, permite obtener un cálculo promedio mensual de 149.344 m^3, demostrando un excedente 24,5 veces mayor al valor identificado en este punto.	El valor promedio para el año 2010, referente al movimiento de tierras para mezcla con lixiviados fue de 107.040 m^3/mes.
		Combustibles y lubricantes utilizados en el proceso	Diésel, gasolina, aceites, grasa.	No se cuenta con una Licencia (LASP), hecho no observado por la AAC, para el funcionamiento de vehículos.	No se presentó un Anexo con el detalle de las Sustancias Peligrosas especificadas en el Punto 3.4.
		Consumo de energía	**Energía eléctrica generada por planta**: Se cuenta con un generador a diésel de emergencia de 20 KWh **Energía eléctrica consumida en planta**: 5264 KWh	La información no describe el suministro de energía de ELECTROPAZ, sin embargo, es incluida en Anexo 8 - PHSOB y corroborada con respaldos de Anexo 19.	

N°	AREA	ASPECTO/ FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
		Aprovisionamiento y consumo de agua	**Aprovisionamiento:** El aprovisionamiento de agua para consumo humano se efectúa por medio de cisternas en un volumen de 5 m^3/día **Consumo de agua:** Es de 5 m^3/día. Para el lavado de maquinaria se reutiliza agua en un 30% proveniente de las duchas. El regado de caminos interno del relleno comsume 15 m3, provenientes del río Melchuco.	En el aprovisionamiento no se tomó en cuenta el agua utilizada para el regado del camino proveniente del río Melchuco.	
		Transporte interno y externo	**Insumos y Materiales** a) Insumos. Camioneta b) Residuos sólidos. Maquinaria **Recursos naturales**. a) Tierra Arcilla. Maquinaria	Insumos, materiales y recursos naturales de valoración inicial, incrementados por el cremiento de la operación.	
		Almacenamiento de materia prima, productos finales y otros productos	**Cuenta con almacén para el producto principal, secundaria y subproductos.** No requiere **¿Cuenta con almacén para insumos y materiales?** Si. Se cuenta con dos almacenes uno específicamente para la Cal, dicho almacén es cerrado, construido de adobe y techo de calamina tiene un volumen interno de 24 cubos. El segundo almacén es utilizado para EPP's, gasolina, filtros y repuestos para la maquinaria, así como lubricantes y otros similares, este almacén es cerrado de cemento techado y cubierto por dentro con estuco. **¿Cuenta con almacén para recursos naturales utilizados?** No **Especificar señalización y medidas de protección contra incendios.** • Señalización para la Transito interno en el relleno • Señalización de seguridad ocupacional • Señalización contra incendios Ubicación de extintores ABC • Bascula de Pesaje • Planta de Tratamiento de Lixiviados • Taller de Mantenimiento • Oficinas Tersa • Vehículos	La capacidad de los almacenes es limitada y no describe su ubicación. Respecto a las medidas de protección contra incendios, en anexo 8 – PHSOB se describe: *Si bien las posibilidades de que ocurra un incendio en las edificaciones son mínimas, el área cuenta con un EXTINTOR tipo ABC para apagar fuegos*. Información que no coincide con lo mencionado en este punto del formulario.	La AA ha verificado que los ambientes administrativos destinados a las oficinas de SIREMU funcionan parcialmente de almacén para herramientas, materiales y otros. El área de mantenimiento que no presenta muros en su totalidad, no se encuentra en un área cementada adecuadamente, se identifican lubricantes, filtros, repuestos, herramientas manuales, herramientas motrices y otros. Otros contenedores metálicos de 200 l. son ubicados en la misma área, en turriles sobre suelo sin cemento ni muros, el almacén descrito cuenta con una capacidad limitada que demuestra la expansión y demanda de ambientes o la optimización y adecuación de los actuales.

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro A-18 IECP – Manifiesto Ambiental - Generación y Emisión de Contaminantes

N°	ASPECTO/ FACTOR	IDENTIFICACIÓN		EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	Con tratamiento	Descarga de lixiviados, 50 m^3/día, Aguas residuales asimilables a domésticas, 5 m^3/día y lixiviados provenientes de los RSD	El punto de descarga es de la Planta de Tratamiento de Lixiviados y elaboración de queques. Pozo séptico.	Existe una doble identificación innecesaria de dos descargas idénticas de lixiviados con una misma fuente de generación. Para las aguas residuales existe el pozo séptico, no se puede evidenciar que parte del flujo sea empleado para el lavado de maquinaria.	No se ha identificado descargas a cuerpos de agua. La generación de lixiviado después de noviembre de 2012 nunca fue menor al volumen autorizado de 50 m^3/día.
	Sistemas de tratamiento	Pozo Séptico para el tratamiento de aguas residuales domésticas por este sistema pasa 3,5 m^3/día. Desgrasador en el área de lavado de maquinaria, por este sistema pasa 1,5 m3 día 3. Los Lixiviados son sometidos a Tratamientos anaeróbico sin calentamiento; aeróbico tipo lodos activados en aereación y físico— químico. Cantidad de agua tratada: 50 m^3/día		No existe una descripción del sistema de tratamiento de las aguas residuales. Tampoco del funcionamiento del desgrasador. El volumen del lixiviado tratado de 50 m^3/día no es coherente con el cálculo realizado en el Anexo N° 3 Cálculo de Lixiviados 56,55 m^3/día. Tampoco existe una descripción técnica del proceso de tratamiento del lixiviado en sus tres etapas.	Los valores demuestran que la PTL tendría una sobrecarga de 6,55 m3/día. Asimismo, este valor no incluye los lodos que ingresan d e l pozo séptico, desgrasador, ni lixiviados generados del Relleno Sanitario de Mallasa
	Fuentes de emisiones contaminantes	Fuente: Biogás, Gases de combustión, Partículas Suspendidas y Olores.	Cantidad: Biogás, 7,890x10^6 m^3/año, CO_2 y CO, partículas de arcilla y H_2S.	No se tomó en cuenta dentro de la identificación de impactos, la emisión y presencia de partículas biológicas v i a b l e s para determinar la calidad de aire, a pesar de contar análisis de laboratorio, Anexo 6.	La concentración de PVB excede el nivel límite referencial de Pierre Boutin.
		La emisión de ruidos y vibraciones en diez maquinarias móviles llegaron a niveles de 49.5 a 50,8 dB (A)		Los valores obtenidos de la medición de ruido no exceden el LP. No se adjuntan los certificados de calibración del equipo de medición.	
2	Equipos y sistemas de control de contaminación atmosférica	El control de los captadores de Biogás mediante inspección y encendido de la antorcha 3 veces al día. El sistema de control gases de combustión se basa en el mantenimiento preventivo de maquinaria (10). El sistema de control de Partículas suspendidas es efectuado mediante el riego con una cisterna 3 veces al día, con un consumo diario de 15 m^3.		En el punto se solicita una descripción de los equipos que se emplearan para implementar el sistema de control de la contaminación atmosférica. El contenido es parcial.	
3	Residuos Sólidos Identificación	Se consideran Residuos Sólidos asimilables a domésticos, máx. 12970 t/mes y mín. 16651 t/mes en sentido inverso.		**E**n el Anexo N° 17 – Disposición de Residuos Sólidos del MA, se tienen registro donde la cantidad máxima mensual ascendió hasta las 16.723,72 t. para el mes de enero de 2010.	

	Tratamiento de los RSD	La descripción del tratamiento de los Residuos Sólidos Domésticos es referida al punto 3 del MA.	La disposición final de residuos se considera un tratamiento específico de los mismos.	
	Sustancias, residuos y desechos peligrosos Identificación	Se identificó a Residuos Sólidos Patógenos con 2 t/día, diésel 17740 l/mes y aceites y lubricantes 150 l/mes	Reducida cantidad de sustancias, residuos y desechos peligrosos para el tamaño del proyecto que representa el Relleno Sanitario Nuevo Jardín.	
4	Tratamiento y disposición	El tratamiento de los Residuos Sólidos Bioinfecciosos se llevará a cabo con carbonato de calcio. Para los Aceites y Lubricantes no se propone ningún tratamiento.	En el tratamiento de los residuos patógenos no se emplea el carbonato de calcio, se emplea cal sea viva (CaO) o apagada ($Ca(OH)_2$).	Afirma que no se almacenan sustancias peligrosas aspecto contradictorio con la descripción de los puntos 3.4, 3.8.2 y 4.4.1 del Manifiesto Ambiental.
5	Transporte de sustancias peligrosas	Los residuos sólidos bioinfecciosos son transportados en una Furgoneta exclusiva de Patógenos, el personal es capacitado. El diésel es transportado por una cisterna de YPFB. El transporte de los lubricantes se lo efectúa en camionetas teniendo el respectivo cuidado de consolidar la carga y ajustarla a la tolva para evitar derrames. El personal se encuentra capacitado para realizar el manejo de los Lubricantes y Aceites.	LA AOP no cuenta con Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP) aprobada por la Autoridad Ambiental Competente.	
6	Análisis de riesgos respecto a sustancias peligrosas	Al momento no se cuenta con procesos de administración de riesgos	No fue presentado el análisis de riesgos de sustancias peligrosas	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro A-19 IECP Manifiesto Ambiental - Información Adicional

N°	ASPECTO/ FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	Seguridad e Higiene Industrial	En esta parte del Manifiesto Ambiental se presenta un resumen de Seguridad e Higiene Industrial con un cuadro de entrega de EPP´s, número de accidentes y número de enfermos.	Con mayor detalle se examinará su contenido en el análisis del Anexo 8.	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro A-20 IECP – Manifiesto Ambiental - Analisis de Riesgo – Plan de Contingencias

N°	ASPECTO/ FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	Análisis de riesgo ambiental	Tiene como alcance identificar los peligros, evaluar y minimizar los riesgos que pudieran producirse sobre el medio ambiente por el Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ).	El Manifiesto Ambiental establece al Representante Legal de la AOP. La delegación de la responsabilidad del cumplimiento de la minimización de	Información evaluada de Anexo 4. No se presentan respaldos de la actualización permanente de los riesgos identificados y sus medidas de control.

N°	ASPECTO/ FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
		Su alcance abarca las áreas administrativas y operativas de la empresa concesionaria. Todos los encargados de procesos y Jefaturas son responsables de cumplir con este procedimiento. Se delega al Representante de TERSA S.A. para hacer cumplir este procedimiento.	riesgos y su actualización no excluye una responsabilidad compartida.	
	Peligros identificados	1. Afloramientos de líquidos lixiviados. 2. Infiltración de líquidos lixiviados hacia subsuelo. 3. Deterioro del sistema de impermeabilización basal. 4. Asentamientos diferenciales. 5. Contaminación de agua subterránea. 6. Contaminación de aguas superficiales. 7. Aumento de generación de líquidos lixiviados. 8. Rebalsamiento de líquidos lixiviados. 9. Falla de equipos en operación directa. 10. Cortes de energía eléctrica. 11. Eventos climáticos extremos. 12. Derrame de Productos Químicos. 13. Incendio y/o Explosión. 14. Derrumbes Deslizamientos Movimientos en Masa 15. Saturación de Agua y Hundimientos	Para el caso que nos ocupa de la Auditoría Ambiental, identificada como Derrumbes, Deslizamientos, Movimiento en Masa. Su calificación es de Apreciable, definida por el texto: *"El trabajo puede continuar, pero tomando medidas de prevención en forma inmediata para reducir el riesgo".*	No se tomaron en cuenta los criterios, recomendaciones y conclusiones detallados en varios Anexos para la determinación y ponderación de factores de probabilidad y gravedad.
	Plan de Contingencia y Emergencia	El Plan establece las acciones y procedimientos operacionales a ser ejecutados en emergencia por el personal administrativo y operativo para la disposición final, cuando eventos operacionales y/o naturales adversos se presenten.	El Plan es de reducido desarrollo, en el tiempo no fue actualizado o se incorporó (por la magnitud de la AOP) simulacros. Se consideran los 15 peligros identificados.	
	Acciones en época de emergencia	Las acciones se dividen en dos partes: Planes de Contingencias Operacionales y no Operacionales. Los primeros son: Afloramientos de líquidos lixiviados; Infiltración de líquidos lixiviados hacia el subsuelo; Deterioro del sistema de impermeabilización basal; Asentamientos diferenciales; Generación de grietas; Contaminación de aguas subterráneas y Superficiales; Aumento de generación de líquido lixiviados; Rebalsamiento de líquidos lixiviados; Falla en planta de tratamiento de líquidos lixiviados; falla en equipos de operación directa y Cortes de energía eléctrica. Para los No Operacionales se consideran: Eventos Climáticos; Accidentes en caminos; Accidentes de trabajo; Derrame	El Plan es de desarrollo genérico, no actualizado en el tiempo por procedimientos más específicos. Incluye medidas de Contingencia, recursos, sistema de turnos y responsables de aplicación. El Plan considera las posibles contingencias que podrían ocurrir en la parte operativa y no operativa del RSNJ.	

N°	ASPECTO/ FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
		de Productos Químicos; Incendio y/o explosión; Fenómenos naturales; Derrumbes, Deslizamiento, Movimiento en Masa y Saturación de agua y hundimientos.		

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro A-21 IECP – Identificación de Deficiencias y Efectos – Anexo A Manifiesto Ambiental

N°	ASPECTO/ FACTOR	IDENTIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	Agua	Se identifica a los RS domésticos con contenido de humedad del 3,9%. Efecto: Generación de lixiviados.	La identificación de la deficiencia debió ser la generación de lixiviado que eventualmente podría causar grados de contaminación en aguas. En la casilla de Observaciones se aclara una situación impresentable, ya que después de más de 5 años de funcionamiento del RSNJ. No se contaba con una PTL.	La deficiencia se identifica para los RSD y no para el factor Agua.
		No se cuenta con Sistema de Alcantarillado en la zona Efecto: Agua reutilizada 30% para lavado de maquinaria y riego, el 70% dispuesto en el pozo.	La deficiencia era una posible descarga de aguas residuales al suelo. El efecto la contaminación de este factor.	
		Riesgo de contaminación de aguas superficial y/o subsuperficial.	La deficiencia está planteada cabalmente, así como su efecto.	
	Aire	La sobresaturación de biogás puede provocar contingencias. Efecto: Generación de Biogás	La deficiencia está planteada cabalmente, el efecto no es apropiado.	
		La combustión inadecuada de combustibles puede generar gases de combustión en exceso. Efecto: Generación de gases.	La deficiencia está planteada cabalmente, el efecto no es apropiado.	
		Material arcilloso seco en los caminos. Efecto: La circulación vehicular genera partículas suspendidas	La deficiencia está planteada cabalmente, así como su efecto.	
		Las piscinas de lixiviados pueden generar olores Efecto: Generación de olores	La deficiencia está planteada cabalmente, así como su efecto.	
		Ruido proveniente de funcionamiento de maquinaria. Efecto: Generación de ruido	La deficiencia está planteada cabalmente, el efecto no es apropiado.	
	Residuos Sólidos	Disposición de RS sin previa clasificación Efecto: Generación de Lixiviados y biogás.	La deficiencia está planteada cabalmente, así como su efecto.	
		No se identifica la elaboración de "Queques"	Representa un impacto ambiental por la generación de olores	
	Sustancias peligrosas	Generación de Aceites y lubricantes. Efecto: Acumulación de aceites y lubricantes usados en barriles	La deficiencia no está cabalmente planteada, así como su efecto.	

N°	ASPECTO/ FACTOR	IDENTIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
		metálicos.		
	Seguridad Ocupacional	Negligencia laboral en el uso de EPP's dotado Incremento en el riesgo a accidentes y enfermedades	En tema de seguridad e Higiene Ocupacional no podría ser planteada una sola deficiencia para un Proyecto de la envergadura del RSNJ. Se asumiría que las restantes deficiencias como simulacros, daños personales, capacitación, señalización, estaban implementados.	La dotación de EPP's es una actividad de ultimo orden a aplicar, en resguardo de la Seguridad de los trabajadores.
	Riesgos	No se identificaron riesgos ambientales	Omisión importante, sin respeto al formato del Manifiesto Ambiental vigente desde el año 1997.	Omisiones al formato, aun así, Manifiesto Ambiental aprobado por la AACN.
	Suelos y Subsuelos	No se identificaron impactos a los suelos y subsuelos	Omisión importante, sin respeto al formato del Manifiesto Ambiental vigente desde el año 1997.	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro A-22 IECP – Manifiesto Ambiental – Plan de Adecuación Ambiental – Anexo B

N°	ASPECTO/ FACTOR	IDENTIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	Agua	Implementar una Planta de tratamiento de Lixiviados	No existe correlación de la Deficiencia con la medida de Adecuación, tampoco con el efecto ambiental, la generación de lixiviado por sí misma, no causa un daño ambiental, sin embargo, la medida de implementar una PTL tiene carácter normativo por la NB 760.	La inexistencia de descargas líquidas del lixiviado de la PTL a un curso de agua superficial, orientado a la elaboración de queques, permiten identificar un sistema de tratamiento de lixiviados que no logró obtener una calidad suficiente. La recepción de lixiviados en la PTL no se limita a la generación del RSNJ, también recibe y trata los líquidos generados en el RSM. Según informes de Gestión Mensual de TERSA S.A. (dic-2018; ene-2019).
		Mantenimiento Preventivo del Pozo Séptico	Si en el pozo construido se quedaba el 70% del caudal de aguas residuales, la medida de adecuación debía estar orientada a su tratamiento para el uso del 30% para el lavado de maquinaria y riego de áreas verdes, de otro modo, no se justificaba su reuso.	
		Excavación de pozos de monitoreo y control	Esta medida no representa una actividad o acción que evite la contaminación de las aguas superficiales y subsuperficial. Representa un sistema de control.	
	Aire	Programa de encendido y quemado de biogás en todos los turnos	Medida de adecuación que es coherente con la identificación de deficiencias.	
		Mantenimiento de maquinaria	Medida de adecuación definida y coherente a su deficiencia.	
		Riego mediante cisterna 3 veces al día y agregado de ripio en la senda interna.	Actividad o acción coherente aplicada a solucionar la deficiencia	Se reporta que se ha realizado el riego con agua tratada de la PTL. (IGM, ene-2019)
		Implementación de barrera viva	Actividad o acción coherente aplicada a solucionar la	No se implementó en el área según lo

		(especies forestales)	deficiencia	proyectado en el punto 1 del MA y Anexo 13.
	Ruido	Uso de EPP's (protectores auditivos)	Control y reducción de riesgo de exposición de los trabajadores a ruido ocupacional con LP teórico 85 dB(A) medible en el puesto de trabajo. Los reportes de dotación priorizan el equipo de protección para manos.	El Límite Permisible (LP) a 65 dB(A) propuesto, es referido a la medida de adecuación de control de ruido ambiental.
	Residuos Sólidos	Implementación de Planta de Separación de residuos orgánicos e inorgánicos. (ver descripción del Proyecto en el Anexo 2)	La descripción del proyecto mencionado, no es incluida en todo el cuerpo del documento MA, el tiempo de implementación de la planta estuvo comprometido en un año a partir de la emisión de la Licencia Ambiental (octubre de 2010 a octubre de 2011).	La inexistencia de la planta permite determinar que la medida de adecuación no fue cumplida en toda la etapa operativa del RSNJ. Tampoco lo exigió la AACD.
	Sustancias peligrosas	Venta de lubricantes a empresa autorizada	La venta de aceites usados se ha reportado en IMA's 2010 y 2018, siendo respaldada adecuadamente la información disponible para la gestión 2018, considerando el total acumulado y generado en la etapa operativa hasta esa fecha.	La medida de adecuación cuenta con fecha de conclusión, siendo que la generación de aceites usados y lubricantes es permanente y ligada al mantenimiento de maquinaria. No se incluye un procedimiento de manejo y disposición final dentro del marco legal del RASP D.S. N° 24176.
	Seguridad e higiene ocupacional	Elaboración de Reglamento interno del Relleno Sanitario. Creación del Comité Mixto de seguridad e higiene.	El reglamento interno referido corresponde a un documento de procedimientos o protocolos de seguridad para cada actividad y eventualidad de emergencia identificada. Información de respaldo no obtenida para evaluación del presente estudio.	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro A-23 IECP – Manifiesto Ambiental - Programa de Monitoreo – Anexo C

N°	ASPECTO/ FACTOR	IDENTIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	Programa de Monitoreo	Factor a Monitorear: Agua	El nivel comparativo que propone la AOP para determinar la calidad del agua (lixiviado), aprobado por la otorgación de su Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) es el RMCH, Cuadro N° 1 y Cuadro N° A-1, Valores Máximos Admisibles de Parámetros en Cuerpos Receptores para el agua Clase B. El lixiviado representa un líquido con alta carga contaminante. **El monitoreo de su calidad debió ser establecido a la salida de la PTL**. No se adecúa puntualmente al control de la medida de adecuación. Para el agua del pozo séptico no se propone análisis de laboratorio, sólo se señala su mantenimiento preventivo. Se reporta informes de aguas superficiales desde 2010 II hasta 2019 I. En el mismo periodo se reporta informes de monitoreo para aguas subterráneas.	No se conoce la carga másica que tiene el lixiviado después de ser sometido a un tratamiento ecualización, anaeróbico, aeróbico y clarificación. Durante la vida útil del proyecto de 14 años no se reporta descargas directas del lixiviado tratado a la quebrada Alpacoma.
		Factor a Monitorear: Aire	Medición de Parámetros: CH_4, CO_2, O_2, N_2, H_2O, T°, frecuencia	

			bimestral. Existen reportes de informes de monitoreo del año 2010 a 2019.	
			Medición de opacidad para maquinaria.	Se monitoreo e informó con resultados de opacidad **UNICAMENTE** en el IMA II (segundo semestre) del año 2018.
			Medición de Partículas Suspendidas, no existe una especificación de Partículas Suspendidas Totales (PST) o Partículas Menores a 10 Micrones (PM-10). Se reporta en los IMA´s.	
			Olores. Adicionalmente, se propone la medición de partículas aerotransportables como dispone la NB 760. Se reportan monitoreos para olores y partículas Biológicas Viables.	
			Ruido, franja de seguridad registrando únicamente los niveles generados en el relleno. Se reportan en informes de monitoreo anual los valores de ruido ambiental desde el año 2010 hasta 2018.	La identificación de los puntos de medición difiere del criterio de los Anexos A y B. El valor de LP dBA 65 es nocturno.
		Factor a Monitorear: Residuos sólidos	Determinación de cantidad de material reciclable y masa enterrado, registros diarios.	
		Factor a Monitorear: Sustancias peligrosas	Volumen enviado a reciclaje, registro mensual.	
		Factor a Monitorear: Seguridad Ocupacional	Nivel de cumplimiento, registro mensual.	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro A-24 IECP – Manifiesto Ambiental Anexo 1 – PAA – PASA

PLAN DE ADECUACIÓN AMBIENTAL - PAA

N°	ASPECTO/ FACTOR	IDENTIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	Medidas de Adecuación	Tenía el objetivo de prevención y reducción de impactos identificando el posible impacto que se podrían causar por los factores Agua, Aire, Sustancias Peligrosas, Seguridad e Higiene. Se proponía una medida de mitigación y determinando su prioridad y control para los mismos factores ambientales.	En cada factor ambiental como el Agua (Lixiviado) se propuso una medida de adecuación: Implementar una Planta de Tratamiento de Lixiviado, no se comprometió a una determinada calidad de descarga. Para las aguas residuales: Pozo séptico y su mantenimiento. Para las aguas superficiales (qda Alpacoma): Monitoreo en dos puntos 100 m aguas arriba y abajo, además de pozos de monitoreo para aguas subterráneas.	No hay coincidencia entre la prioridad que clasifica las medidas de adecuación del Plan de Monitoreo punto 10 y lo desarrollado en el PAA, Anexo 1. En este Plan no se consideró adecuaciones ambientales para los factores de Riesgos, Suelos y Subsuelos. Particularmente, para el manejo de "Queques".
			Para la calidad del Aire, generación de Biogás se propuso: Programa de encendido y quemado con prioridad Alta.	

			Para los gases de combustión: Mantenimiento de maquinaria de prioridad Media. Para las Partículas Suspendidas y Biológicas Viables: Riego de las vías internas de acceso al RSNJ, para las PBV no se propone una medida de adecuación. Para el Ruido se propone: Uso de EPP´s, protectores auditivos como prioridad Media.	
			Para las Sustancias Peligrosas, Aceites y Lubricantes se propone: Su venta a empresa autorizada, prioridad Media.	
			Para Seguridad e Higiene Ocupacional, riesgos laborales se propone: Elaboración de Reglamento Interno del RSNJ y Comité Mixto de Seguridad e Higiene de prioridad Alta.	
PLAN DE APLICACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL - PASA				
N°	**ASPECTO/ FACTOR**	**IDENTIFICACIÓN**	**EVALUACIÓN**	**OBSERVACIONES**
1	PASA	El PASA tenía el objetivo de controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas de adecuación para cada uno de los factores ambientales. Establecer los indicadores para los factores ambientales de Agua, Aire, Suelos y Ecología.	El cumplimiento de las medidas de adecuación para los factores ambientales identificados fue de manera parcial (medición de opacidad). La incorporación de los factores suelo y ecología no son coherentes con el alcance del PAA. La generación de indicadores ambientales no fue facilitada en los Informes de Monitoreos Ambientales Anuales (IMA´s).	
		Factor Agua: Se propone el control o monitoreo de lixiviado aguas superficiales y subterráneas.	El compromiso de control para el Lixiviado fue de forma semestral y se reportó resultados de 23 parámetros contra los 17 parámetros analíticos comprometidos.	
		Sólo para aguas superficiales se identifica dos puntos de muestreo, no así para el lixiviado y aguas subterráneas	En Aguas Superficiales se colectaron dos muestras a 100 m aguas arriba y abajo de la quebrada Alpacoma para control de su calidad con 28 parámetros, mientras que el compromiso fue de 17 parámetros. No se indica la cantidad de muestras de aguas subterráneas.	En los análisis de calidad de aguas superficiales y subterráneas no se consideran el N total, OD, K y Na en ningún semestre.
		Factor Aire: Se indica que el control se llevara a cabo	No fueron tres aspectos, sino el alcance completo	Los valores para la determinación de

		para tres aspectos: Biogás, Gases de Combustión, Partículas Suspendidas – Partículas Viables, Ruido y Olores.	para controlar la calidad del aire; excepto que los gases de combustión que fueron reportados **únicamente** en el segundo semestre del año 2018.	partículas biológicas viables determinan que la calidad del aire del RNSJ está calificada como Muy contaminada de acuerdo al reporte histórico de los IMA's.
		Factor Residuos Sólidos: Se propone previsto llevar a cabo una Gestión Integral de Residuos Sólidos que incorpore la recuperación, reuso y reciclaje.	Se llevó esta gestión de manera parcial, se construyó el galpón, pero no se informó acerca de la elaboración del compost y lombricario en ninguno de los Informes de Monitoreo Ambiental Anual (IMA´s).	Se establece en el MA que la Gestión Integral de Residuos Sólidos es una responsabilidad del Operador.
		Factor Sustancias Peligrosas: Venta de aceites usados con una frecuencia semestral.	No existe una descripción mínima del alcance del monitoreo para este factor. La frecuencia del monitoreo será semestral.	En el año 2010 se vende aceites usados a la empresa ROCA sin cantidad ni respaldos. En el año 2018 se vende de 22600 litros con respaldos adecuados.
		Factor Seguridad e Higiene Ocupacional: Se llevará a cabo el seguimiento al uso de equipo de protección personal.	El uso de EPP´s es delegado a la empresa Operadora. La frecuencia del monitoreo será semestral	El costo del monitoreo es de $US.10.
		Previsión de Elaboración de Informes: Se establece la previsión de Informes semestrales para informar el grado de cumplimiento de las medidas de "mitigación" para cada uno de los factores ambientales.	Se presentaron los IMA´s desde el segundo semestre del año 2010 hasta el primer semestre del año 2019.	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro A-25 IECP – Manifiesto Ambiental Anexo 2 – Descripción de la Actividad

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	Identificación del Proyecto	Se describe su ubicación del Relleno Sanitario "Nuevo Jardín" de Alpacoma, señalando Comunidad de Alpacoma, provincia Murillo, Dpto. La Paz, Macrodistrito 5 Sur, Jurisdicción Municipal de La Paz. También se describe sus colindancias con las referencias geográficas en coordenadas WGS84 (UTM). Representante Legal: Dr. Luis Revilla Herrero.	La descripción corresponde a la ubicación del RSNJ. Actualmente el Representante Legal es el Ing. Rubén Ledezma	Este documento en su concepción inicial fue presentado con contenido inextenso como parte del Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental.
2	Objetivo del Proyecto	El Objetivos General se estableció para contar con un Relleno Sanitario Municipal que resuelva a mediano plazo la gestión de residuos sólidos de manera integral a su disposición final para el beneficio de la población de La Paz.	El Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma fue construido y operado por la gerencia ejecutiva de la Empresa TERSA S.A., bajo la supervisión del GAMLP a través del Sistema de Regulación Municipal (SIREMU)	El objetivo planteado en este Anexo y el Plan de Emergencia es idéntico.

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
		De manera específica se enuncia la construcción y operación de Macroceldas; preservar la salud de la población, construir una PTL y obras civiles.	complementado por la anterior Dirección de Calidad Ambiental hoy Secretaria Municipal de Gestión Ambiental.	Varían los objetivos específicos por la cronología de tiempos empleados.
3	Antecedentes	Ante el cierre y traslado imprevisto del RSM, se optó la mejor alternativa de ubicación para el nuevo RS en Alpacoma.	El DS. 27626 ordenó el cierre y traslado del RSM hacia un nuevo emplazamiento que fue definido en la zona de Alpacoma.	El método de confinamiento es de Relleno Sanitario.
4	Elección del Sitio	Para la selección del sitio de emplazamiento del RSNJ se evaluó factores ambientales, técnicos, económicos, sociales y políticos. Además de minimizar daños al medio ambiente, proteger los recursos naturales para que la operación sea técnica y económicamente factible.	La justificación para la selección del sitio, establece una mejora continua de disposición final; de calidad de vida; adecuada disposición de residuos hospitalarios; cumplimiento de la normativa ambiental; empleo técnicas modernas de ingeniería y se concluye señalando que el sitio elegido reúne condiciones adecuadas.	El Municipio de La Paz adquiere el terreno ubicado en Bajo Alpacoma por las condiciones adecuadas del suelo y superficie útil.
5	Descripción del Sitio Estudio geológico	El sitio está caracterizado por tener problemas de índole geológica. El sitio es estable (según el GAMLP). El estudio geológico tuvo cuatro etapas de desarrollo: Recopilación de la información existente; Fotointerpretación geológica; Trabajos de campo y Elaboración del Mapa Geológico. Se consultó documentos de consultores francesas BRGM y BCOM de 1996 y 1997 y un estudio de la Consultora CAEM de 1997 y de la Dirección de Riesgos. De fotografías aéreas se fotointerpretó (1994) unidades geológicas, contactos y fallas. El Trabajo de Campo desarrolló litoestratigrafías de las formaciones, riesgos naturales y toma de muestras para ensayos de laboratorio. El área se caracteriza por presentar topografía abrupta con taludes empinados disectados por quebradas profundas. Además de materiales afectados por procesos erosivos superficiales y	El sitio está caracterizado por tener problemas de índole geológica. El sitio es estable (según el GAMLP). La información que proporciona el Manifiesto Ambiental no dispone de mapas geológicos, descripciones ni perfiles geológicos a detalle. La NB 757 en su acápite 4.3. Aspectos geológicos, señala: El Relleno Sanitario deberá localizarse fuera de zonas inestables. El sitio deberá evitar zonas donde existan o se puedan generar fenómenos de carsismo, como dolinas u otras formas de tipo cárciso.	Se omite la información respecto a la existencia y distancia de un cuerpo de agua superficial colindante al área de ubicación del relleno, según el punto 4.2 Aspectos hidrológicos de la NB-757. Identificado en punto 2, Recursos Hídricos y Anexo 20 del MA. No describe la existencia y distancia a la que se encuentra la comunidad Alpacoma. No se respalda la evaluación para la elección del sitio.

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
		subterráneos que otorgan a muchos sectores la categoría de tierras malas. La Geología de la zona está conformada por rocas de edad Paleozoica y Cretásica no diferenciadas y sobre estas, en discordancia, se tienen sedimentos arcillosos consolidados de la Formación La Paz, seguidas de un nivel de toba volcánica denominada Cinerita Chijiñi. Los procesos erosivos han dejado profundas huellas en el paisaje con la formación de escarpes semiverticales y cárcavas en los materiales arcillosos de la Formación La Paz y túneles y sifonamientos en los materiales deslizados.		
6	Geología Local	La geología local está conformada por: Formación La Paz; Torrentes de barro antiguos; Deslizamientos (recientes y antiguos) y Rellenos artificiales.	La descripción no comprende a estudios geológicos locales y a detalles propios de una etapa de operación de proyecto que sigan las recomendaciones y observaciones hechas en el mismo texto del documento.	
7	Geomorfología	Muestra un paisaje muy accidentado, el cual refleja las condiciones geodinámicas actuales del modelo del terreno, por la erosión, transporte y depositación final. Los rasgos geomorfológicos son: - Cárcavas - Escarpes o farellones - Deslizamientos - Sifonamientos	El sitio elegido, aunque geomorfológicamente presenta pendientes y facilidad de drenaje, es en general inestable y susceptible a modificaciones con intervenciones no necesariamente fuertes.	
8	Hidrogeología.	Las Unidades hidrogeológicas identificadas en la zona son: - Rocas paleozoicas - Formación La Paz - Depósitos cuaternarios El área de interés es seca y con niveles freáticos profundos.	La desripción de las unidades hidrogeológicas corresponden a los del sitio de disposición final.	

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
9	Consideraciones geotécnicas	Para determinar los parámetros físico-mecánicos de los suelos del área de interés, se han tomado 7 muestras abarcando los depósitos de la Formación La Paz como a los materiales deslizados, realizando los siguientes ensayos de laboratorio: a) Análisis granulométricos; b) Límites de Atterberg; c) Ensayos de peso específico, densidad y compactación.	Los ensayos de compactación demuestran que se trata de materiales aptos para la cobertura de los niveles de residuos.	
10	Estudios Geofísicos	Se han realizado 7 sondeos geoeléctricos cuyos resultados construyen dos perfiles geofísicos P-1 y P-2 **P-1:** Este perfil NW-SE, describe la potencia de los materiales cuaternarios deslizados con un espesor de 9.0 metros, en su mayoría es material heterogéneo de arcillas y limos, en la parte superficial seco y húmedo en profundidad. Tiene arcillas de la Formación La Paz con un espesor considerable de aproximadamente 96.0 metros. Por debajo se presume la existencia de un conglomerado semiconsolidado, el cual estaría por debajo de la Formación La Paz. **P-2:** Tiene dirección N-S, se ve la existencia de un banco de materiales cuaternarios de aproximadamente 30.0 metros de potencia en la parte central y de 14 metros como promedio en los extremos; por debajo se tiene la presencia de las arcillas de la Formación La Paz con una potencia aproximada de 80.0 metros para luego pasar a un nivel de conglomerados que se encontrarían en la base de la Formación La Paz.	Los sondeos geo-eléctricos realizados demuestran que los deslizamientos presentan espesores que varían entre 9 y 30 m.	
11	Riesgos naturales	- Reactivación de deslizamientos - Deslizamientos nuevos - Asentamientos por erosión subterránea (sifonamientos)	El principal riesgo natural de la zona constituye los asentamientos diferenciales que se dan por la presencia de sifonamientos y túneles en los materiales de antiguos deslizamientos (erosión originada por aguas pluviales).	

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
12	Estudio Hidrografía	El área del proyecto corresponde al río Alpacoma con 543 has tributario del río Achocalla que desemboca en el río La Paz. La característica principal de la subcuenca es que es geológicamente erosionable en presencia de aguas pluviales. La subcuenca tiene una superficie de 12.3 has. Adjunto se presenta un mapa de cuencas y la localización del área del proyecto. **Análisis pluviométrico.** Las precipitaciones se presentan los meses de diciembre a marzo. Para el análisis de frecuencia de precipitación anual se consideraron estudios de las estaciones de San Calixto, El Alto, Chacaltaya, Laikacota, Palcoma, Mecapaca, Pasankeri y otras, con registros desde 1917. Caudal máximo de escurrimiento de la cuenca en un área de 5,45 km^2; perímetro de 11,6 km.; **Q_{100} = 22,38 m^3/s**, considérese la intensidad de precipitación para 100 años. Dato a considerar para obras hidráulicas en el río Alpacoma. La Precipitación es de 626 mm anuales; T° media anual: 13,6°C. Dirección del viento predominante: noroeste.	La información descrita corresponde a la zona de la AOP, la superficie de la subcuenca donde se encuentra el área del proyecto no corresponde a 12.3 Has. La información meteorológica corresponde a datos procesados promedio.	El mapa de cuencas y la localización del proyecto no ha sido otorgada en la versión presentada para los fines de evaluación de la AA.
13	Flora	La prepuna está condicionada no sólo por la altura sobre el nivel del mar, sino por la disposición y orientación de las quebradas (Cabrera y Willink). En este sentido las quebradas de exposición norte, más húmeda y asoleadas, tiene una cubierta arbustiva y herbácea algo diferente de las quebradas de exposición sur, más frías y seca. Se indica que la vegetal actual está frecuentemente alterada. Antes dominaba un bosque abierto de baja altura con varias especies caducifolias. Hoy la vegetación es espinosas y suculentas (cactáceas)	El enfoque descrito pertenece a la región de la ciudad de La Paz. La descripción de la vegetación es regional y zonal, a pesar de este alcance se efectuó una descripción adecuada. La especie Phoralkndron sp corrección más cercana Phoradendron sp. Se identifica sobre arboles de pera, que no se identifica en el área en general.	La información mantiene la dirección identificada en el año 2004, no siendo actualizada para este informe, principalmente en los factores que tienen evolución constante como el ambiente biológico.

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
		rastreras y columnares. También es común la "tuna". Arboles introducidos como los eucaliptos, el algarrobo. La cubierta vegetal del área es discontinua. Existen algunos helechos tolerantes a la sequía. Los suelos con humedad están cubiertos de musgos de crecimiento discontinuo. En la zona existen plantas parásitas y semiparasitas.		
14	Fauna	La Fauna está constituida principalmente por aves. Se identificaron 19 especies. La más abundante el Halcón María, el Leque Leque, gaviota andina, picaflor común, chiguanco y gorrión andino, entre las principales aves. En Mamíferos se identificaron a ratas y ratones de campo.		
15	Ambiente Socioeconómico	Los terrenos adquiridos en Alpacoma Bajo, pertenecen a los comunitarios de la localidad del mismo nombre. La ubicación, las distancias relativas entre el relleno y los centros poblados son: -Urbanización aledaña al Club de Golf de Mallasilla, 2 km, -Población de Llojeta a 2,8 km. de distancia, -Respecto a la mancha urbana central de La Paz, 5 km, -Distancia hasta extremo más próximo de ciudad satélite, 3.5 km. No existe en la actualidad (2010) un centro poblado próximo al RSNJ. Se considerará la evaluación socioeconómica que se realiza en la comunidad de Alpacoma, compuesta por 150 familias, no cuentan con servicios básicos, energía eléctrica, sistema de recolección de residuos sólidos, sus vías de acceso son deficitarias y por ellas se comunican con Ciudad Satélite y con final Av. Buenos Aires.	Esta evaluación socioeconómica fue realizada en septiembre de 2004, casi seis (6) años después debió ser actualizada, sin embargo, contiene los mismos datos. El análisis a esa fecha (2010) resulta complicado porque la situación económica cambio. Lo que también cambio fue el acercamiento paulatino de la población aledaña al RSNJ, dadas las condiciones de accesibilidad vial y a la materia prima para elaborar ladrillos, actividad económica intensa y frecuente en zonas aledañas.	La descripción de este Anexo 2 del Manifiesto Ambiental es casi idéntico al Capítulo 1 y 2, punto 2.7 del Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental presentado al GADLP para la obtención de la Licencia Eventual. Se incluyen datos de la comunidad de Alpacoma, como población referencial mas cercana sin coincidir su relevancia respecto a la descripción de su ubicación.

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
		Son familias muy pobres, algunas realizan actividades agrícolas muy incipientes, otros trabajan en las ladrilleras.		

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE CONDICIONES PREVIAS – MANIFIESTO AMBIENTAL

ANEXO 3: Cálculo de Lixiviado

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	Objetivo y Metodología	Obtener teóricamente los volúmenes de generación de lixiviado para poder comparar con el volumen aforado actual. Se describen cinco (5) métodos empíricos y determinísticos como Thornthwaite (Fenn); Hydrologic Evalation Landfill Performance (HELP); Balance Hídrico y Materia.	La NB 760 dispone el cálculo de generación para conocer de manera confiable la cantidad de lixiviados. La variación de estos métodos para el cálculo teórico de generación de lixiviado es de 83 al 154% cuando se emplean los balances de agua y/o materia y del -9& a +449 para el método HELP. Se elige el método de Balance de Materia.	En este punto se realiza descripciones breves del suelo, los procesos de tratamiento y de fenómenos que ocurren en la generación de lixiviados y su probable grado de contaminación.
2	Cálculo de Lixiviados Año 2010	Se describen las características del Relleno con información técnica: Generación diaria de RSM de 450 t/d; humedad del 45%; peso específico de 1870 kg/m^3; días de operación 360 días.	El peso específico para residuos sólidos municipales está errado, el dato de la humedad es correcto. En el MA en el Anexo A, Deficiencias y Efectos, columna de Deficiencia se señala una humedad de 3.9% para los residuos sólidos.	
		Los residuos sólidos compactados tendrían un peso específico de 850 kg/m^3; humedad del 44.2%; peso específico del suelo 1465 kg/m^3 y una precipitación pluvial de 662 mm/año.	Los datos señalados corresponden a las características de los residuos sólidos compactados y la precipitación es promedio anual	
		Se efectúa el cálculo de generación de lixiviados para diferentes años a partir del 2005 hasta el 2016. También se presenta datos finales para el año de aprobación de la Licencia Ambiental 2010 con información: - Producción Anual de Lixiviado 20641.32 m^3 - Producción diaria promedio **56.55 m^3**	Los volúmenes reales informados por SIREMU (GAMLP) en el MA para los años 2009 y 2010 es de 48.6 y 54.4 m^3/día. De acuerdo a registros enviados por TERSA S.A., la generación de lixiviado diario real para el año 2010 fue de 66 m^3, valor dentro los márgenes de cálculo teórico.	La Planta de Tratamiento de Lixiviado recién empezó a operar en noviembre de 2012.

		Producción Promedio Mensual 1720 m^3		
	Anexo 4: Contingencias		Su evaluación es desarrollada en punto 6 del formulario MA.	
	Anexo 5: Estudio Geológico Estabilidad de Taludes.		No se encuentra información puntual referida al cálculo de taludes, la información añadida al Manifiesto Ambiental demuestra ser desarrollada para el área de la celda de emergencia, la cual cuenta solo con una memoria descriptiva del diseño de cálculo. Siendo que, las MC 1, MC 2 y MC 3 ya estaban construidas y operando para el año 2010 sin una memoria de cálculo de diseño de proyecto, demostrada en la información otorgada a la consultora en la presente Auditoría Ambiental.	
	Anexo 6: Análisis de Laboratorio.			
1	Aguas superficiales	Resultados de muestras realizadas en fecha 23/06/2010; ubicación sobre la qda. Alpacoma RA - 50 m. antes y RA + 100 m. después, sin datos de coordenadas geográficas. Solicitado por TERSA S.A. realizado por Ing. Ramiro Rodríguez. Diez parámetros analizados: pH, conductividad, DQO, DBO_5, sulfatos, Cd, Pb, Zn, Cu, Coliformes fecales.	Los valores de pH, DQO, DBO_5, exceden los límites permisibles referenciales establecidos en el MA. Al contrario, los sulfatos, Cd, Pb, Zn, Cu, se encuentran dentro de los límites permisibles y Coliformes fecales excede el límite permisible referencial. En el MA se establecido los Límites Permisibles que servirían con valores comparativos para determinar la calidad hídrica, corresponde al Anexo A-1, Clase B.	La muestra analizada en fecha 30/08/10 fue realizada por la Unidad de Control Ambiental dependiente del GMLP sus resultados pueden considerarse referenciales o complementarios, al no corresponder a un laboratorio acreditado. Los resultados realizados por el GMLP demuestran un incremento en las concentraciones de pH, conductividad, DQO, DBO5, sulfatos, Zn y Cu, respecto a los análisis realizados en junio.
2	Aguas subterráneas	No se efectuó una evaluación analítica por laboratorio acreditado de la calidad de las aguas subterráneas. Sin resultados.	No se realizó el muestreo de análisis para determinar la calidad de este factor de 2004 a 2010.	No se tiene un valor de referencia de su calidad para determinar su evolución puntual y en el tiempo.
3	Biogás	El Biogás se analizó su composición en la Zona E (Emergencia) y M (Macrocelda) en operación,	Se considera que el Biogás se encontraba en su fase de metanogénesis, sin embargo, el valor de O2 es	

		sobre captadores activos para los parámetros de CH4, CO2, O2, balance, agua y temperatura, sin mayor descripción.	mayor, lo que permite determinar que el comportamiento de las bacterias aún está en su fase aerobia.	
4	Ruido.	El ruido ambiental es medido en los cuatro límites del predio respetando los puntos cardinales, el Leq dBA para el año del licenciamiento fluctuaba entre 40,8 y 55,0. La medida de adecuación refiere al riesgo de exposición de los trabajadores al ruido laboral con medidas de adecuación enfocada a la dotación de EPP's.	Los valores promedio de presión sonora en el periodo evaluado se encuentran dentro del Límite Permisible de 68 dBA para el periodo diurno, de acuerdo al RMCA. Los resultados son referenciales y demuestran la inexistencia de un impacto sobre este factor.	
5	Partículas Suspendidas Totales (PST)	La medición de partículas reportado en el Manifiesto Ambiental da un resultado de 238 µg/m3.	Los valores se encuentran dentro del límite permisible medido en 24 horas de 260 µg/m3 para los valores de PST y 150 µg/m3 para PM10.	No se describe el punto de ubicación de la instalación del medidor de partículas, su omisión reduce la representatividad de la medición.
6	Partículas Biológicas Viables	La evaluación de Partículas Biológicas Viables (PBV) fue evaluada en un solo punto para los parámetros de Recuento Total de Bacterias, Hongos y Estafilococos	Los resultados obtenidos en un punto no identificado por coordenadas, indican que tanto el recuento total de bacterias como los hongos se encuentran en exceso al límite permisible asumido de Pierre Boutin, categorizados como Contaminados.	
7	Suelos	Para el trámite de Licencia Ambiental por Manifiesto Ambiental no se efectuó una evaluación analítica por laboratorio acreditado de la calidad del suelo. Sin resultados.	No se realizó el muestreo de análisis para determinar la calidad de este factor en años 2004 y 2010.	No se tiene un valor de referencia de su calidad para comparación y determinación de su evolución puntual.
8	Lixiviados	Para el trámite de Licencia Ambiental por Manifiesto Ambiental no se efectuó una evaluación analítica por laboratorio acreditado de la calidad del lixiviado.	No se realizó el muestreo de análisis para determinar la evolución de este factor en años 2004 y 2010.	No se tiene un valor de referencia de su calidad para comparación y determinación de su evolución puntual.
	Anexo 7: Plan de Cierre			
	Sistemas de cobertura final	El sistema designado a aplicar: "Cubierta Simple de Arcilla", composición: • Capa de suelo (20 cm) • Capa impermeable (20 cm) • Capa de soporte (> 60 cm)	De acuerdo a la Norma Boliviana NB 760, la cubierta final debe tener un espesor mínimo de 60 cm.	Este documento fue actualizado y aprobado bajo Resolución Secretarial N° 020/2019, emitida por el GADLP.

	Especificaciones de las capas de cobertura	**Capa de soporte.** Espesor mínimo: 70 cm**.,** inclinación final del 2%. **Capa impermeable.** Conformada por una mezcla de tierra del lugar con arcilla. Composición bajo el cumplimiento del 90% del Test de compactación PROCTOR T-99. **Capa vegetal.** Las especies vegetales implantadas deben ser susceptibles de sobrevivir con muy poco mantenimiento.	El banco de préstamo de material para la conformación de la capa impermeable no es definido. Se concretan las características mínimas para la elección de especies vegetales.	
1	Sellado y cobertura vegetal (parquización) Macro celda	**Peinado de taludes:** Espesor promedio de 60 cm y se perfila la pendiente final del talud. **Nivelación de Banquinas:** Inclinación media del 4 %. **Acordonado de banquinas:** Acordonamiento con carácter preventivo. Para contener agua de drenaje y evitar la erosión **Preparación de taludes:** Los taludes serán preparados mediante canales para la siembra de las especies vegetales **Siembra de taludes:** Se cubrirán los taludes con especies nativas del lugar: pasto kikuyo y pasto salado (atriplex). **Siembra arbustos borde de taludes.** Con fines de ornamentación, se plantarán Retama y Chillka. Distancia inicial entre plantas 10m. **Riego de taludes** **Mantenimiento de taludes** **Instalación de drenajes en las banquinas** **Compactación de capa base cubierta superior.** Colocado de capa de suelo. **Compactación de la capa de impermeable: C**ompuesta por mezcla de suelo y arcilla.	Se define la siembra de taludes con especies nativas del lugar, con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y el denominado pasto salado no identificado en la información de Anexo 2.	El mantenimiento y verificación de la calidad de la impermeabilización inicial de las MC no es considerado en todo el documento.

		Preparación de la cubierta superior **Siembra en Cobertura de material orgánico en capa superior** **Riego Cubierta superior la cobertura superior**		
2	Sellado y cubierta impermeable de las macro celdas	Para el cierre definitivo de las macro celdas están previstas las siguientes actividades: • Peinado de taludes • Nivelación de banquinas • Instalación drenaje banquinas • Control de asentamiento • Compactación cubierta superior capa base • Compactación capa impermeable • Siembra en taludes • Siembra arbustos borde talud • Cobertura Mat. Orgánico Talud • Riego taludes • Preparación capa cubierta vegetal cubierta superior • Siembra cubierta superior • Cobertura material orgánico cubierta superior • Riego cubierto superior	La etapa de Cierre está en fase de implementación	
3	Construcción de canal pluvial perimetral en macro celdas	Se debe concluir la construcción de un canal perimetral empleando piedra y cemento bajo esquema.	No se implementó o construyó este canal perimetral	
4	Mejoramiento vial de caminos interiores	Se ha previsto el mejoramiento vial del camino principal al interior del relleno	Se efectuó una nivelación y adecuación, sin embargo, en época de lluvias no es posible ingresar hasta el nivel inferior del relleno	
5	Instalación de quemadores en celdas	Se complementará con la instalación de quemadores de biogás en las celdas faltantes.	No se comprobó la instalación de quemadores de biogás en el RSNJ.	

-	Cierre de celda de patógenos	Sellado con geomembrana. Su ubicación cuenta con señalización. Consecuentemente, será confinado de manera total.	Corresponde emplear este tipo de procedimiento con el sellado con geomembrana.	
6	Cercado perimetral	Debe cubrir la extensión de las macro celdas más la celda de emergencia.	La cerca perimetral tiene construcción parcial.	
7	Sellado definitivo de la celda de emergencia	La capa de suelo que cubre el área de los residuos sólidos debe ser complementada.	En cumplimiento conforme establece la NB 760.	
8	Establecimiento de área de amortiguamiento	Para determinar el área de amortiguamiento requerida por efecto de las emisiones olfatorias, se hará uso del modelo de dispersión SCREEN3. Concentraciones de gases responsables de molestias olfatorias y punto de impacto • Sulfuro de Hidrogeno • Metilmercaptano • Dimetilsulfito El área de amortiguamiento a preserva debe ser de 400 metros alrededor del relleno, fuera de la cerca perimetral. El GAMLP, establecerá los instrumentos de control suficientes que evite cualquier tipo de asentamiento dentro de esta franja.	Asimismo, en este cuadro una actividad es "Establecimiento del área de seguridad", sin embargo, se realiza una descripción a "Establecimiento del área de amortiguamiento", cayendo en ambigüedad.	
9	Obras de control de lixiviados	Los lixiviados, serán recirculados a las celdas, previa mezcla con tierra arcillosa. En la actualidad se mezclan 50 m^3 de suelo con 30 m^3 de lixiviados, obteniéndose 70 m^3 de "queques". Estos son depositados en el banco de queques, dejándolo secar durante uno o dos días. Luego son retornados a las celdas como material de cobertura diaria.	No se ha demostrado el cumplimiento de esta descripción, por el contrario, se observa que los valores de relación difieren en gran medida, al igual que la ubicación de disposición de queques.	Se observa que la actividad no direcciona a la funcionalidad principal del Sistema de Tratamiento de Lixiviados.
10	Tratamiento de biogás	La generación de metano después del cierre del relleno sanitario será aprox. $1{,}227 \times 10^7$ m^3 en el	El cálculo de la generación de metano corresponde para un proyecto similar al MDL, el cual fue descartado por un contrato modificatorio.	El segundo contrato modificatorio es de 28/03/2010,

		primer año, llegando a la mitad de producción a quince años después. El aprovechamiento del biogás supone la instalación de una red de captación de biogás, conducción hacia una unidad de tratamiento y ser aprovechado en cualquier unidad industrial.	Las obras de captaciones, conducción e instalación de una red no se construyeron.	pero no fue cambiado en el texto de este Anexo.
11	Desmovilización de instalaciones	Báscula, principal instalación a atender.	Por razones de necesidad la báscula continúa operando para la celda en Saka Churu.	
12	Uso futuro del área	Se ha previsto que, en la franja de amortiguamiento, facilite el desarrollo de especies nativas que no requieren de cuidados o medidas de mantenimiento, de alta dedicación. Selección de especies. Arbóreas, con criterios de evaluación técnica pendiente.	No se incluyen costos aproximados de implementación del Plan. Tampoco se concreta el cronograma siendo que la vida útil del relleno ha sido definida.	
	Plan Post Clausura	Se propone procedimientos de control de la calidad ambiental referido a la infraestructura, vías de acceso, equipos, gestión de lixiviados, pendientes, taludes, dentro de un plan de control y monitoreo.	No corresponde porque el RSNJ se encuentra en el inicio de la etapa de cierre.	
		Definido por un monitoreo sistemático y por la elaboración de reportes específicos destinado a autoridades.		
	Anexo 8: PHSOB			
1	Importancia	Dentro de las condiciones de empleo, a todos sus dependientes sin excepción, es obligatorio el conocimiento, aplicación y cumplimiento de normas y procedimientos de Higiene y Seguridad implantados por la empresa, así como la ejecución de las tareas en forma segura. Con la finalidad de prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales, pone en práctica acciones correctivas de riesgos detectados, y lleva a cabo actividades de capacitación y	Se presenta este requisito en cumplimiento a la Ley N° 16998.	

		divulgación para que el personal en su conjunto tome conciencia de los riesgos a los que se halla expuesto y utilice los elementos de protección personal suministrados.		
2	Objetivos	• Mejorar las condiciones y Medio ambiente de trabajo, identificando y evaluando los riesgos; y estableciendo soluciones viables para minimizarlos, cumpliendo la legislación vigente. • Identificar las causas originarias de accidentes e incidentes laborales implantando medidas correctivas y preventivas que eviten su consecución y repetición. Desarrollar actividades de información y capacitación laboral, dirigido a todos los niveles de la empresa, sobre temas específicos de Salud, Seguridad Ocupacional y Prevención de enfermedades infectos contagiosos.	El Objeto de la presentación de este documento es evaluar los riesgos generados por las actividades del proyecto, proponer medidas de control e implementarlas permanentemente. Las medidas de contingencia propuestas fueron cumplidas parcialmente, sin considerar que su evaluación resalta los Peligros catalogados como riesgos graves o inminentes.	
3	Alcance	• El presente Plan de Higiene y Seguridad en el trabajo involucra a todos los trabajadores de la empresa sin discriminación de cargos o niveles, incluye a terceros contratistas, que actúen por cuenta y orden de la Empresa o de la contratante (Honorable Alcaldía Municipal de La Paz) mientras ingresen a los predios de los Rellenos Sanitarios de Mallasa y Alpacoma.	El alcance del Plan comprende las actividades de los rellenos Mallasa y Alpacoma incluyendo personal de la empresa y del contratante.	
4	Edificación e infraestructura	Estas edificaciones han sido construidas tomando las previsiones de "permanente", garantizando su estabilidad y rigidez. Tienen el espacio adecuado, acceso y conservación segura aire y luz adecuados. El Área destinada a **Mantenimiento y Maestranza** consta de un galpón construido mediante una estructura metálica que soporta y	La descripción del área destinada a Mantenimiento y Maestranza refiere a un piso que permite la infiltración de aceites usados, lubricantes o combustibles inadecuados para evitar la contaminación de suelos con hidrocarburos, no se incluye un sistema de captación de derrames.	El área identificada que corresponde a esta descripción, está caracterizada por contaminación de suelos por hidrocarburos.

		tiene la estabilidad adecuada. Piso de tierra cubierta con una capa de cascajo.		
5	Instalaciones eléctricas	Suministrado por la empresa de electricidad (ELECTROPAZ), alimentada por una acometida de 220 voltios mediante un tablero de distribución.	En punto 3 del formulario MA describe la fuente de generación interna de emergencia obtenida a partir de un generador a diésel.	Las omisiones evitan la adecuada identificación de peligros y evaluación de riesgos.
6	Vías de acceso	**Acceso exterior:** Existe solo una vía de acceso a los predios del relleno. El mantenimiento y bacheo de la vía exterior de acceso es permanente, con énfasis en la época de lluvia. **Acceso Interno:** El ambiente de trabajo es prácticamente abierto por lo que las vías internas están diseñados y construidos de acuerdo a normas de uso y con los espacios adecuados que garantizan la transitabilidad peatonal y vehicular	Se realiza el mantenimiento periódico garantizando el transito permanente.	El uso de la celda de emergencias se realizaba permanentemente debido a la inaccesibilidad que las vías presentaban en época de lluvias.
7	Instalaciones sanitarias	Los predios del relleno sanitario cuentan con un tanque de agua potable de 1000 litros de capacidad el mismo que, mediante bomba, suministra agua a las áreas de servicios higiénicos y cocina.		La limitada información otorgada a personal de la AA, impide una evaluación respecto al sistema de instalaciones sanitarias del RSNJ.
8	Prevención de Incendios	Si bien las posibilidades de que ocurra un incendio en las edificaciones son mínimas, el área cuenta con un EXTINTOR tipo ABC para apagar fuegos.	Se menciona que el área cuenta con un extintor Cantidad insuficiente de equipo de combate contraincendios.	No concuerda con lo reportado en la Descripción de actividades del capítulo 3 del formulario MA.
9	Iluminación	Las construcciones cuentan con iluminación a través de tubos fluorescentes cuyo rango de iluminación esta entre 150 y 200 lux. Y reflectores en los rellenos sanitarios en los que se realiza trabajos de disposición final de desechos para trabajos nocturnos.	No se observa en documentación disponible la valoración y medición de la intensidad de iluminación en ambientes laborales.	

10	Equipo y Maquinaria	Estos equipos y maquinarias fueron adquiridos al inicio de las actividades por lo que su estado de conservación es óptimo. Se realiza el mantenimiento preventivo y correctivo y las reparaciones oportunas que conllevan estas operaciones en el taller de mantenimiento el mismo que ha sido adecuado para la realización de este tipo de trabajos con las medidas preventivas adecuadas.	Se ha demostrado el mantenimiento constante de la maquinaria empleada en las operaciones del relleno.	
11	Primeros auxilios	Los predios tanto de administración y servicios, así como el de mantenimiento - maestranza cuentan con botiquín de primeros auxilios, a cargo de una persona con conocimientos básicos. La empresa ha destinado un espacio especialmente para atención de emergencias y primeros auxilios, el cual a la fecha se encuentra en la última fase de su implementación de equipo y mobiliario, entre las más importantes cuentas: • Camilla reclinable • Tensiómetro • Vitrina de enfermería • Camilla portátil	No se observó el equipo y mobiliario referente a la descripción. El contenido actual del Botiquín de primeros auxilios tampoco coincide con el número, ni el contenido descrito. La reposición, mantenimiento y solicitud de insumos es responsabilidad del Comité Mixto o del Departamento de Higiene y Seguridad Ocupacional de la institución a cargo.	
12	Señalización interior	Las áreas del relleno sanitario poseen señalización en las vías de acceso, macro celdas, captadores de biogás, estanques de lixiviado y áreas de disposición final de patógenos. Sin embargo, se debe complementar la señalización existente debido a que presenta deficiencias.	**L**a señalización identificada se limita a lo instalado con anterioridad al evento del deslizamiento. El cual demostraba un reforzamiento en el uso de EPP's y prohibición en el área de la celda de residuos patógenos.	Insuficiente respecto a las vías de acceso y ubicación de banquinas.
13	Dotación de EPP's	La empresa ha establecido la dotación periódica de ropa de trabajo y equipo de protección personal para todos los trabajadores que desarrollan su actividad en los Rellenos Sanitarios. Se han tomado especial cuidado en que las especificaciones técnicas de los EPP's estén	Los reportes de Informes de Gestión Mensual de la Empresa TERSA S.A., contienen información limitada a la dotación de guantes de seguridad para manos y filtros para respiradores buconasales de manera intermitente. Los IMA´s no consideran esta información en ningún caso.	Se observó un adecuado equipamiento para el personal de manejo y disposición de residuos patógenos a cargo de La Paz Limpia.

		acordes con el tipo de actividad que desarrolla el personal y los riesgos a prevenir o minimizar.		
14	Prevención de la salud ocupacional y salud publica	La empresa con la finalidad de identificar, evaluar y cuantificar los tóxicos o contaminantes ambientales que puedan afectar la salud de sus trabajadores o la salud de la población, realiza las mediciones respectivas. Olores, Ruido, Agua (Agua superficial - Agua subterráneas – Líquidos Lixiviados), Suelo, Aire (Material Particulado (Partículas autotransportables y Biogás).	Dentro de lo descrito no se observa en resultados de laboratorios el análisis de composición física y biológica de líquidos lixiviados.	
15	Protección de la Salud y asistencia medica	Todos los trabajadores de la empresa han sido vacunados contra: Tétanos y Hepatitis. A todos los trabajadores se les ha realizado el examen pre ocupacional, y se establecerán los exámenes periódicos a realizar. Toda la plantilla de trabajadores se halla asegurada a la Caja Petrolera de Salud	El documento PHSOB incluido en presente documento y presentado al Ministerio de Trabajo, no cuenta con respaldos suficientes que sostengan esta descripción.	
16	Vestuarios y Casilleros	Las instalaciones del Relleno Sanitario cuentan con casilleros individuales para que cada trabajador. La ducha destinada a los trabajadores que operan con residuos patógenos se halla debidamente identificada.	Los inodoros habilitados cuentan con una limpieza fuera de las condiciones mínimas de higiene. Las oficinas de SIREMU no mantienen un número adecuado de duchas e inodoros respecto a la cantidad y sexo de personal.	
17	Registro de accidentes	La empresa cuenta con el libro de Registro de Accidentes de acuerdo a disposiciones legales, y a la fecha se tienen registrados 2 accidentes con heridas leves punzantes sin pérdida de jornada laboral.	El punto 5 del formulario MA, informa la existencia de 1 accidente como promedio general de los últimos 5 años.	
18	Procedimiento para la identificación y evaluación de los riesgos laborales	**Objetivo** Identificar los peligros, evaluar y minimizar los riesgos de Higiene y Seguridad Ocupacional que pudieran producirse sobre las personas que trabajan o visitan los rellenos sanitarios. **Alcance** Alcanza a todas las áreas administrativas y operativas de TERSA S.A.	El objetivo circunscribe el análisis de ambos rellenos. El alcance para esta etapa se limita para las áreas administrativas de TERSA S.A Responsabilidades asumidas por Encargados de procesos, Jefaturas y Representante de la Gerencia	Se observa una clara disgregación entre lo inicialmente proyectado que abarcaba a todo el personal que ingrese al predio y a partir de aquí se limita a personal de TERSA S.A. La información determina la

		Responsabilidades Encargados de procesos, Jefaturas y Representante de la Gerencia General es responsable de hacer cumplir este procedimiento, de realizar la evaluación de riesgos y de mantener actualizado el Registro de Riesgos Significativos de TERSA S.A. **Identificación de Peligros** La identificación de peligros se realiza con la participación de todo el personal de TERSA S.A, cada encargado de proceso o Jefatura clasifica las actividades laborales dentro de su área de operación. Todos los peligros identificados se trasladan al Registro de Evaluación de Riesgos (Registro B). Los niveles de riesgo se determinan por medio de dos factores: *La probabilidad de su ocurrencia y la gravedad de las consecuencias.* **Registro de los riesgos generales significativos** Son considerados *riesgos significativos* para TERSA S.A. que están dentro de las categorías: *importantes, intolerables, graves e inminentes.* Los mismos serán mantenidos en el *Registro de Riesgos Generales Significativos* que se muestra en el Formulario C. **Registros** Registro A: Para la identificación y evaluación de riesgos generales Registro B: Para la evaluación de riesgos identificados Registro C: De riesgos significativos	General de mantener actualizado el Registro de Riesgos Significativos de TERSA S.A. Existencia y uso de Registros: Registro A: Para la identificación y evaluación de riesgos generales Registro B: Para la evaluación de riesgos identificados Registro C: De riesgos significativos considerados dentro de las categorías: *importantes, intolerables, graves e inminente.*	existencia de registros y seguimiento simultaneo a las operaciones.

19	Procedimiento para la investigación técnica de accidentes laborales	La investigación se compone de tres fases fundamentales que son: • La notificación • El registro • La investigación propiamente dicha **Localización de riesgos** Una vez establecido el conjunto de causas que han motivado un accidente extrapolarlo a otras situaciones similares existentes en la empresa. Programa corrector para eliminar los riesgos, es decir poder pasar a la seguridad operativa con todas las garantías de éxito. Dotando a los operarios de protección personal.	La investigación, entre otras, es considerada una fase fundamental dentro del procedimiento de control de accidentes laborales.	
20	Identificación, evaluación y minimización de riesgos laborales por operaciones	**Operación** Disposición final de residuos sólidos domiciliarios Disposición final de Residuos patógenos Sistema de drenaje de lixiviados Sistemas de control y quema de biogás	Los niveles de riesgo para cada operación son catalogados en grave, intolerable e inminente, lo que denota un control estricto y permanente en todos los riesgos desarrollados, debiendo aplicar en algunos casos, el cese de operaciones de no implementar las acciones de minimización propuestas.	
21	Actividades y disposiciones complementarias en Higiene y Seguridad Ocupacional	**Sesiones de entrenamiento** Mensualmente se desarrolla una charla o sesión sobre temas de seguridad. **Capacitación** La empresa ha programado la realización de actividades de capacitación anual de acuerdo a la siguiente relación: a) El personal operativo con residuos domiciliarios, recibirá capacitación en: • Riesgos ocupacionales en la disposición de residuos domiciliarios • Procedimientos operativos y su prevención. • Uso adecuado de EPP's.	Los reportes de IMA´s e Informes de Gestión Mensual de TERSA S.A. cuentan con información muy limitada que respalde el cumplimiento de estas medidas y normativa aplicable en general. Los años 2009 (5 cursos), 2010 (5 cursos), 2013 (1 curso), 2017 (1 curso), 2018 (2 cursos) reportan información de capacitaciones llevadas a cabo, en temas de medio ambiente, seguridad industrial y seguridad ocupacional, otorgando como respaldo una planilla firmada del personal participante para un curso de Manejo de Sustancias Peligrosas de fecha 21 de abril de 2013.	Al no reportar información sobre las sesiones de entrenamiento, se impide verificar su cumplimiento. No se cumple la propuesta de realizar una capacitación anual o hacer referencia a los temas programados. Los respaldos son insuficientes.

		• Desinfección e higiene personal • Procedimientos en contingencias b) El personal operativo con residuos patógenos, recibirá capacitación en: • Clasificación y riesgos ocupacionales de residuos patógenos. • Prevención de transmisión de infección en el manejo de residuos. • Uso adecuado de EPP's. • Desinfección e higiene personal. Prevención de la salud		
22		**Comité mixto** La empresa ha elaborado el Reglamento Interno del Comité Mixto de Empresa. Va a ser confirmado en posesión por el Ministerio de Trabajo.	Información no coincide con la Medida de adecuación de Anexo B, el Reglamento Interno es propuesto como una acción futura.	
23		**Normas básicas de seguridad**. Medidas de seguridad en operaciones de maquinaria pesada. Normas básicas para el uso de equipo y vehículos Normas básicas para el uso de ropa y EPP's	El desarrollo de cada punto es adecuado a las actividades del relleno de manera general. La documentación disponible no respalda la dotación del Equipo de Protección Personal recomendado, se encuentra coincidencia limitada en la información en base a lo reportado en Anexo 18 del MA e Informes de Gestión Mensual de TERSA S.A., donde se reporta la dotación de guantes de seguridad para manos y filtros para respiradores buconasales, como se mencionó anteriormente.	No se puede asegurar el resguardo y cumplimiento de una medida de seguridad sin el equipo o materiales adecuadamente implementados por la empresa para uso adecuado del personal, en complemento con las capacitaciones.
24	Procedimientos en Contingencias	**Objetivos** • Controlar y minimizar los daños a personas, al medio ambiente y a los bienes de la empresa, durante situaciones de emergencia. • Prevenir la recurrencia de eventos que puedan derivar en casos de emergencias. • Mantener a los trabajadores de la empresa, en todos los niveles, preparados para actuar rápida y eficazmente en estas circunstancias.	Se adopta la información de la empresa. Para el año 2012 se asume la actualización del PHSOB con lo reportado en IMA – II: *Se procederá a la actualización del Plan de Higiene y Seguridad Ocupacional, conforme los lineamientos señalados por el Ministerio de Trabajo, Empleo y Previsión Social.*	Información pendiente para un Control de Calidad y cumplimiento de normas de seguridad de las actividades de RSNJ. Fuera de alcance al objeto de la presente Auditoría.

25	Acciones previas	Es responsabilidad del Coordinador General informar a los trabajadores de los procedimientos adecuados de emergencia y es responsabilidad de los estos seguirlos.	Se asigna la responsabilidad de información a un cargo no definido en personal del organigrama de anexo 10.	
26	Casos de emergencia identificados	El Plan de emergencia o contingencia ha sido diseñado de manera específica a las características de los riesgos que se puedan presentar en las diferentes operaciones a fin que se pueda activar en todo momento en que ocurran situaciones y/o eventos no deseados. Los peligros catalogados como riesgos graves o inminentes son: 1. Afloramientos de líquidos lixiviados. 2. Infiltración de líquidos lixiviados hacia subsuelo. 3. Deterioro del sistema de impermeabilización basal. 4. Asentamientos diferenciales. 5. Contaminación de agua subterránea. 6. Contaminación de aguas superficiales. 7. Aumento de generación de líquidos lixiviados. 8. Rebalsamiento de líquidos lixiviados. 9. Falla de equipos en operación directa. 10. Cortes de energía eléctrica. 11. Eventos climáticos extremos. 12. Derrame de Productos Químicos. 13. Incendio y/o Explosión. 14. Fenómenos naturales.	Se identifica la propuesta del llenado de formularios en anexos que permitan registrar los eventos de emergencia como ser: • Comunicación de accidente de trabajo • Registro de vacunas • Verificación de uso de ropa de trabajo y EPP´s • Verificación de existencias en el botiquín de primeros auxilios. • Compromiso de uso y conservación de elementos y EPP´s. • Identificación de peligros • Control de extintores Los siguientes riesgos graves o inminentes no han presentado suficientes medidas de control administrativo y operativo para su prevención: 1. Afloramientos de líquidos lixiviados. 2. Infiltración de líquidos lixiviados hacia subsuelo. 3. Asentamientos diferenciales. 4. Contaminación de aguas superficiales 5. Aumento de generación de líquidos lixiviados. Rebalsamiento de líquidos lixiviados.	El documento propone el llenado de instrumentos de control de cumplimiento de equipamiento y registros en caso de emergencias, entre otros, sujeto a verificación dentro de un Control de Calidad en Seguridad y Salud en el Trabajo, el alcance de la presente auditoria limita su evaluación. La identificación de peligros catalogados como riesgos graves o inminentes, requieren de una evaluación permanente y medidas de prevención sujetas al cumplimiento operativo del relleno. La manifestación de los riesgos en forma de emergencias identificadas en la AA, demuestra una evidente omisión en su control. Cabe resaltar que los riesgos basados en los puntos 3, 5, 9-14 requieren ser evaluados según registros dentro de un Control de Calidad.

27	**Manual de Primeros Auxilios**	Es muy importante que el personal de TERSA S.A. adquieran nociones de Primeros Auxilios para poder prestarlos en el momento necesario con el fin: a) de salvar la vida b) de reducir el sufrimiento del trabajador accidentado c) de evitar complicaciones d) de ponerle en mejores condiciones para recibir el tratamiento definitivo	No se respalda el cumplimiento de capacitaciones en materia de primeros auxilios o personal médico especializado para una adecuada respuesta inmediata a situaciones de emergencia médica para el personal del relleno, el botiquín de primeros auxilios identificado en oficinas administrativas de SIREMU no presenta un mínimo de insumos que demuestre un equipamiento adecuado.	
	Anexo 9: Manual de Operaciones			
1	Introducción y Antecedentes	El Manual de Operaciones es un documento técnico, describe los procedimientos técnicos de las actividades y procesos, sirve de guía para el concesionario y el Supervisor, estará sujeta a la normativa ambiental y específica aplicable	Constituía en un documento de consulta de cumplimiento obligatorio por formar parte de los documentos contractuales	
2	Objetivos	- Establecer métodos y procedimientos para la construcción y operación del RSNJ. - Brindar orientación específica sobre los procedimientos técnicos que debe seguir el Concesionario. - Brindar orientación específica sobre los procedimientos técnicos que debe seguir el Supervisor. Permitir a las autoridades un mejor seguimiento.	Tanto el Concesionario como la Supervisión y autoridades ejecutivas del GAMLP contaban con una guía que brindaba orientación sobre procedimientos técnicos constructivos y operativos del RSNJ. Las autoridades están en condiciones de efectuar el mejor control.	
3	Presentación de Proyectos	El Concesionario deberá presentar los proyectos con diez (10) días hábiles antes del inicio de obras.	La Supervisión tenía la opción de aprobar, rechazar o señalar un plazo mayor para su análisis con base a observaciones. El Concesionario tendría 3 días para subsanar las mismas.	El documento guía ambiental es el Manifiesto Ambiental, cualquier modificación al alcance del mismo debía ser obligatoriamente ser comunicado a la AACN.
4	Proyecto Conformación de Macroceldas.	De forma anual el Concesionario debe presentar un plan de operaciones con croquis de ubicación, planos de ubicación; topografía; ubicación de estanques de lixiviados; vías de acceso y operación.	A la fecha el GAMLP debía contar con abundante información ordenada y archivada de 9 años de construcción y operación conteniendo el alcance descrito en el punto de Identificación.	A solicitud de la empresa auditora sobre el alcance de esta información, se recibió documentos parciales por parte del GAMLP y el Concesionario. Al finalizar la Fase 2 de la AA se

		Memorias de cálculo, cronogramas, volumen de tierras a ser movilizadas, capacidad volumétrica, proyección de gases y lixiviados calculados por modelos matemáticos y Planos AS BUILT de Macroceldas y celdas explotadas en gestión anterior.		entregó 22.000 hojas. No se conocen los planos AS BUILT hasta la fecha.
5	Proyecto Conformación de Celdas	Para la explotación de la celda el Concesionario debe presentar una Memoria de cálculo, planos de ubicación de la celda, nivel de desplante, cubierta acotada, captadores de Biogás, drenaje de lixiviados por niveles, detalles constructivos, iluminación y planos de desagüe pluvial.	La información generada, presentada por el Concesionario debió merecer su aprobación por la Supervisión, caso contrario, se generaban multas que podrían derivar en la resolución del contrato.	Cual fuere el caso, la información completa debió estar disponible para efectuar la AA.
6	Otros Proyectos	En otros proyectos se encontraban los estanques de almacenamiento, cierre de celdas, iluminación, señalización, memoria de cálculo, planos de ubicación, acotados y detalles constructivos.	La información generada, presentada por el Concesionario debió merecer su aprobación por la Supervisión, caso contrario, se generaban multas que podrían derivar en la resolución del contrato.	
7	Construcción de Celdas	El método de disposición de los RSD, fue combinado de trinchera y área, el nivel de desplante en la Formación La Paz. A este efecto se llevarán a cabo actividades como el desbroce, replanteo, acondicionamiento, movimiento de tierras, construcción de cortes y taludes, peinado de taludes, pendientes de la base de la celda, sistema de impermeabilización, sistema de drenaje de lixiviados y evacuación de biogases,	La escasa información dispuesta para la auditoría no permite realizar una adecuada evaluación de la pertinencia del procedimiento constructivo de las celdas, especialmente el nivel de desplante y la construcción de cortes y taludes.	
8	Operación de Celdas	Se inicia con el registro y pesaje de vehículos, se realiza la descarga de los RSD en la playa de descarga para trabajos nocturnos se deberá contar con iluminación suficiente que permita la descarga de noche.	La consultoría por producto de la presente auditoría no realiza una evaluación de la operación de celdas debido a que el proyecto se encuentra en etapa de cierre y ninguna disponibilidad de información física o digital.	
9	Construcción de la Celda Diaria	Los pasos de construcción se describen por la descarga de RSD sobre el área, usar estacas de nivelación, el ancho de la celda adoptará el doble del ancho de la cuchilla más 2 metros y se indica que las dimensiones de la celda estarán especificadas en el proyecto.	La consultoría por producto de la presente auditoría no realiza una evaluación de la construcción de la celda diaria debido a que el proyecto se encuentra en etapa de cierre y ninguna disponibilidad de información física o digital.	
10	Distribución y Compactación de los	La distribución se efectuaba con la hoja de la topadora, su compactación con un compactador	Sin evaluación porque la intervención de la AA es fuera de este tiempo.	

	RSD	de 3 a 5 pasadas sobre el talud, la densidad de compactación es de 800 kg/m³.		
11	Cobertura Diaria y Control de la Densidad	Una vez logrado el grado de compactación se cubre con cubierta diaria de tipo granular compuesta por arcilla 30% con una altura de 15 a 20 cm luego se compacta nuevamente, al final de día no quedaban residuos sin cubrir. La densidad es controlada de forma mensual y con instrumentos topográficos.	Sin evaluación porque la intervención de la AA es fuera de este tiempo.	
12	Drenajes intermedios	Instalados al pie de los taludes donde emergen afloramientos continuos de lixiviados por 6 días.	En las Actividades al Sitio a auditar se verificó afloramientos de lixiviados en los taludes.	
13	Cobertura Final	Realizada en celdas que hayan cerrado su operación o concluido su vida útil.	No existe cobertura vegetal en la superficie del RSNJ.	
		a. Capa de Soporte. - Es una capa de tierra compactada con un espesor mínimo de 60 cm con pendiente a los costados del 3%. b. Capa Impermeable. - Suelo compactado al 90% del Protor T-99 de 25 cm de espesor y material drenante con geotextil de polipropileno de 200 gr/cm². c. Capa Vegetal. - Capa con fertilización orgánica de 30 cm de espesor. d. Compactación de la Capa Superior. - Una vez con casi estabilidad de los RSD se compactará. e. Compactación de la Capa Impermeable. - Es una mezcla de suelo y arcilla. f. Preparación de la Cubierta Superior. - Es una capa de suelo que albergara a las especies vegetales de 20 cm de espesor. g. Siembra en la Cobertura Superior. - Servirá para el sembrado de especies vegetales.	En sustitución del colocado de cada una de las capas mencionadas durante la etapa de cierre, al momento de llevar a cabo la presente AA, el GAMLP ha colocado una capa impermeable de geomembrana de 1.5 mm. La etapa de cierre debe complementarse con la con el colocado secuencial de las capas comprometidas en el Manifiesto Ambiental y en este Anexo aprobado por la AACN.	
14	Construcción y Operación de Celda Especial Patógenos	A ser construida sin drenaje de lixiviados ni evacuación de biogases a. Residuos Patógenos. - Residuos infecciosos (A), farmacéuticos (B-2); animales muertos, generados en mataderos y otros.	Se construyó una celda especial para los Patógenos	

		b.Criterios de Selección del Sitio. - Basados en aspectos hidrológicos, geológicos e hidrogeológicos Construcción. - De manera similar a la parte constructiva de los RSD.		
		Sistema de Impermeabilización. - Con carpeta de suelo natural de 30 cm; geotextil de 200 gr/m² con espesor de 2 mm; geomembrana HPDE de 1 mm; geomembrana primaria de 1.5 mm; geotextil de 200 gr/m² de 2 mm y capa de protección de suelo tamizado. **Sistema de Drenaje. -** Se describe un sistema de drenaje para evacuación de lixiviados por una tubería de 4".	El sistema de impermeabilización verificado durante la operación de la celda especial, no cuenta con el sistema aprobado.	Se menciona en el punto 3 del Manifiesto Ambiental.
15	Operación de la Celda Diaria de Patógenos	Se inicia con actividades de traslado de tierra, se delimita el área para disponer los residuos patógenos en una celda de 50 cm de alto, se aplica a su base una lechada de cal en volumen y manualmente se disponen los patógenos, a cada capa se baña con una lechada de cal, se cubre con 20 cm de suelo, se fumiga el lugar cada dos días y se desinfecta el vehículo a la salida de la celda. La celda de patógenos debe contar con un drenaje pluvial, señalización cerco perimetral y pozo de monitoreo. **Cobertura Final de celda especial**. - Se cubre con tres capas de geomembrana HDPE de 1.5 mm; material drenante (grava de 2-4") y geotextil de 200 gr/m² de 2 mm de espesor.	La mayor parte descriptiva de la operación se lleva a cabo, se desinfecta con cal en polvo, no en volumen, no se desinfecta el vehículo de transporte en el lugar, la señalización es reducida y no existe un pozo de monitoreo.	Durante la presente AA la celda especial de patógenos continúa en operación.
16	Tratamiento de Lixiviados	La PTL constaba de los siguientes procesos de tratamiento: 1. Anaeróbico sin calentamiento 2. Aeróbico, tipo lodos activados 3. Físico Químico	Sin evaluación debido que la AA no tuvo acceso a comprobar su funcionamiento, tampoco a los resultados de la calidad de descarga del lixiviado después del tratamiento en la PTL.	
17	Control y	Se propone el sistema de control y quema de biogás centralizado con elemento de estructuras	Este sistema de control y quema de los biogases no fue construido o implementado.	

	Quema de Biogás	verticales de evacuación de biogases, red de captación, líneas de recolección, central de captación y quemador central.		
18	Vía de Acceso	Se propuso una vía de acceso con carpeta asfáltica de tránsito permanente, señalización refractaria y obras civiles con drenajes pluviales, cunetas, alcantarillas y muro de gaviones.	La vía de acceso tiene dos tramos, con carpeta asfáltica de 0.94 km y el resto de tierra de 2.59 km desde Ramiro Castillo hasta el Portón de Ingreso al RSNJ	
19	Obras complementarias	En el RSNJ se debe ejecutar obras complementarias como oficinas administrativas, cerco perimetral, control de quebradas, caseta de vigilancia, de pesaje, área de emergencia, amortiguamiento, drenajes, energía eléctrica, señalización, almacén, servicios sanitarios, pozos de monitoreo, taller de mantenimiento, laboratorio, consultorio médico, comedor y área de desinfección.	El RSNJ cuenta con la mayoría de obras complementarias, con el cerco perimetral parcial, área amortiguamiento mínima. No cuenta con laboratorio, consultorio médico y área de desinfección.	El Área de Amortiguamiento deberá ser implementada por el operador de 30 a 50 m perimetralmente al área de operaciones. El área de desinfección será utilizada para la desinfección del vehículo de patógenos.
20	Planta de Clasificación de Residuos Sólidos	La capacidad debe ser de 40 toneladas por turno de trabajo esta propuesta por equipos de una Tolva de Recepción; Cinta de Elevación; Carrito Volcador; Cinta de Clasificación; Tablero eléctrico; Cinta de Derivación de Material Seleccionado y Prensa Vertical para Plásticos;	Sin evaluación por restricción de ingreso a dicha Planta. Se reporta su existencia a partir del año 2012 en el Informe de Monitoreo Ambiental	
21	Planta de Tratamiento de Lixiviados Parámetros de Diseño	Contar con una Planta de Tratamiento (PTL) para los Lixiviados y aguas de proceso de una parte de los lixiviados de Mallasa y el generado en el RSNJ. En una primera etapa se realiza tratamientos anaeróbicos y aeróbicos, en una segunda etapa se efectuará el tratamiento fisicoquímico. La Planta se ubica en la parte suroeste del RSNJ en un área de 1 Ha. La información para los parámetros de diseño de la Planta es reducida a una cantidad de 900 kg/d o 7200 mg/l de DBO_5.	Ya que no se cuenta con la calidad de descargas de la PTL, su eficiencia de tratamiento no puede ser evaluada.	
1	**Anexo 10: Organigrama**	Se incluye un organigrama del personal, diferenciado por cargos, niveles jerárquicos y número de personal en cada cargo.	El organigrama corresponde a la parte opertiva, debería ser un organigrama considerando el Proyecto, con inclusión del Supervisor y Representante Legal de la	

			AOP.	
1	**Anexo 11: Flujograma de procesos**	El anexo cuenta con dos diagramas de flujo de los dos macro procesos.	Representan la secuencia de pasos operativos para las disposiciones finales de los RSD y patógenos.	
1	**Anexo 12: Maquinaria**	Información referida a la maquinaria a ser empleada en la operación del RSNJ, siete unidades, 1 cisterna, 1 topadora TP-1, rodillo compactador, 1 volqueta VH.3, 1 Bomag BG-01, 1 Topadora D-65 y una retroexcavadora. Presentado en fotografías	La información que se adjunta identifica al tipo de maquinaria, sin entrar en detalle de capacidad y potencia de los equipos.	
1	**Anexo 13: Planos del relleno**	Se presenta Planos de ubicación, levantamiento topográfico, Planimetría general MC 1 – 2 y 3 y MC 2 -3 y 4, Planimetría de nivel de desplante MC 1 – 2 y 3 y MC 2 -3 y 4; Planimetría de nivel de cubierta MC 1 – 2 y 3 y MC 2 -3 y 4; perfil longitudinal y transversal "1" y "2", perfil transversal "3" y "4", Iluminación y señalización MC 1 – 2 y 3 y MC 2 -3 y 4, parquización MC 1 – 2 y 3 y MC 2 -3 y 4, obras civiles, detalles constructivos: impermeabilización, operación diaria, manejo de lixiviados, biogás, parquización, señalización, iluminación drenaje pluvial. Vista en perspectiva nivel de desplante, Vista en perspectiva nivel de cubierta.	Los planos corresponden a un proyecto, sin embargo, no se adjunta la Memoria Descriptiva y la Memoria de Cálculo.	
1	**Anexo 14: Fotografías**	Entre la descripción de las fotografías se identifican como imágenes relevantes: • Pesaje de movilidades • Área de forestación • Vista celda de emergencia • Chimeneas de biogás • Desengrasador • Área de mantenimiento de maquinaria • Depósito de carbonato de calcio • Planta de tratamiento de lixiviados • Sistema de impermeabilización de las celdas de residuos domiciliarios y similares	La información de este anexo no cuenta con imágenes visibles en la versión disponible. Cumple con el requisito de contenido del documento.	

	Anexo 15: Sistema de tratamiento de lixiviados			
1	Obras Proyectadas	Se construirán lagunas impermeabilizadas, el clarificador secundario será de hormigón armado, el estanque floco decantador será metálico y la cámara de contacto será diseñada con tubos de cemento comprimido. En una primera etapa se construirá la captación y conducción de lixiviados, estanque anaeróbico de 1000 m^3, planta elevadora de cabecera, estanque aeróbico de 2500 m^3 y un clarificador secundario de 20 m^3. Una laguna de 300 m^3, espesador de lodo biológico, lecho de secado de lodo N° 1	Debido al evento del 15 de enero de 2019 de la infraestructura mencionada se logró establecer la existencia del estanque aeróbico y el clarificador secundario.	
2	Tratamiento anaeróbico	Calculo de su diseño a partir de del caudal medio proyectado y el tiempo de residencia hidráulico de 13 días, carga orgánica del 5% Volumen de 1000 m^3. La laguna se ha proyectado en terreno con taludes de 1,5:1 (H: V) y una profundidad de 4 m. Dado que se instalará sobre terreno y por el tipo de fluidos, se ha proyectado recubrirla con un sistema de membranas; geomembrana de HDPE de 1,5 mm y geotextil no tejido de 3200 g/m2, capa de suelo de 0,05 m de espesor, no se considera la utilización de sistemas de impermeabilización de drenaje.	Sin evaluación porque la PTL fue dañada por el evento del 15 de enero de 2019. Durante el desarrollo de las Actividades en el Sitio a Auditar estuvo sin operación.	
3	Tratamiento aeróbico	Se ha seleccionado un sistema de tratamiento biológico de lodos activados con aireación extendida, con el fin· de producir oxidación de la materia orgánica y nitrificación de los compuestos de nitrógeno amoniacal.	Sin evaluación porque la PTL fue dañada por el evento del 15 de enero de 2019. Durante el desarrollo de las Actividades en el Sitio a Auditar estuvo sin operación.	
		Sistemas de Bombeo: Impulsar el líquido lixiviado hacia el estanque de aireación o, en el caso de la laguna de acumulación, hacia recirculación.	La evaluación ídem que el anterior.	
		Estanque de aireación: Será construido en el terreno natural con taludes de 2,5:1 (H: V), impermeabilizado, de 2.500 m^3 de volumen.	Sin evaluación porque la PTL fue dañada por el evento del 15 de enero de 2019. Durante el desarrollo de las Actividades en el Sitio a	

		Considera una cámara de ingreso. A esta unidad ingresan lodos procedentes del retorno. La aireación se realiza por medio de aireadores superficiales. La salida del líquido desde el aireador, se *realiza* por la parte superior mediante un vertedero, y llega en forma gravitacional al estanque sedimentador. El estanque de aireación es compatible con los lodos activados en aireación extendida, en el que es posible conseguir digestión aeróbica de los lodos en el propio reactor de lodos activados (RLA) por sobreoxigenación, permitiendo, la remoción de nitrógeno. Tiempo de residencia de 20 días, reducción aerobia de la carga orgánica superior al 98%.	Auditar estuvo sin operación.	
		Clarificador secundario: El estanque de sedimentación secundaria corresponde a unidad adicional, requerida para producir la separación sólido-líquido. Material: H°A° rectangular, bajo la profundidad de 1,6m las paredes se consideran inclinadas. Área destinada: 21 m^2.	Sin evaluación porque la PTL fue dañada por el evento del 15 de enero de 2019. Durante el desarrollo de las Actividades en el Sitio a Auditar estuvo sin operación.	
		Planta elevadora de lodos: Material de bombeo de la laguna de espesado de lodos biológicos al lecho de secado.	Sin evaluación porque la PTL fue dañada por el evento del 15 de enero de 2019. Durante el desarrollo de las Actividades en el Sitio a Auditar estuvo sin operación.	
		Aireación: Entregada al sistema a través de aireadores superficiales. El oxígeno total requerido para remoción de DBO se considera como 1,2 [Kg O_2/Kg DBO removida].		
	Tratamiento físico - químico	**Estanque de floculación y decantación** El líquido clarificado resultante del proceso de sedimentación es descargado a un estanque de floculación circular, donde previamente se adicionan los químicos necesarios para este proceso, a fin de poder precipitar los metales	Su construcción fue comprometida en una etapa posterior.	

		disueltos como Hidróxidos Metálicos. Material: base de H° A°, Ø: 4 m., h: 3 m		
		Filtro en presión: El sistema de filtración considera un estanque de aspiración, una cámara de bombas con dos equipos de bombeo en configuración 1+1 y dos filtros en presión PN-6, cada uno posee un diámetro de 1,2 m conectados en paralelo. El equipamiento indicado permitirá eliminar el material floculado que no sea sedimentado en el estanque de Floculación y decantación previo.	Sin evaluación porque la PTL fue dañada por el evento del 15 de enero de 2019. Durante el desarrollo de las Actividades en el Sitio a Auditar estuvo sin operación.	
4	Laguna de lodos biológicos y físico-químicos	Acumulación de lodos decantados producidos en los procesos de tratamiento físico-químico y biológico. Para ello se ha optado por dos lagunas excavadas en tierra que almacenen los lodos producidos de cada tratamiento, y desde allí se portean hasta un sistema de lechos para su secado, llegándose a una base seca del 30%.	Sin evaluación porque la PTL fue dañada por el evento del 15 de enero de 2019. Durante el desarrollo de las Actividades en el Sitio a Auditar estuvo sin operación.	
		Laguna de lodos biológicos: Para lodos de exceso se considera una laguna (vol. de 100 m^3). El lodo de recirculación se porteará en forma mecánica hasta la cámara de ingreso a la laguna de lodos biológicos. Desde el estanque clarificador secundario, vía sistema de bombeo, el lodo de recirculación se porteará en forma mecánica hasta la cámara de ingreso a la laguna de lodos biológicos. El lodo que se acumule en el fondo de la laguna se sacará en forma mecánica, para lo cual se ha considerado una bomba para aguas servidas del tipo eje horizontal, que impulsará el lodo hasta los lechos de secado. Altura máxima de agua: 3,0 m.		
		Laguna de lodos físico-químicos: Para los lodos que se generan en la etapa de decantación química (floco decantador) y en la filtración en presión, lavado de filtros, se considera una laguna de acumulación, esta tendrá un volumen de 86 m^3.		

		Lechos de secado: Para la acumulación y secado de los lodos que se extraen desde las lagunas Biológica y Físico-Química se han proyectado tres (3) lechos de secado de 126 m^2 de superficie cada uno. Se proyectan excavados en terreno con taludes 1:2 (V:H) configurados de la siguiente manera: • Arcilla o suelo con bajo índice de permeabilidad compactada de 0,10 m de espesor. • Capa de grava de 0,40 m de espesor. • Capa de arena de 0,20 m de espesor Sobre la capa de arena se colocará la de lodos de 0,40 m de espesor, se considera además un drenaje el cual se instalará en la capa de grava, el que es conducido al estanque de aireación.		
5	Cámara de bombeo efluente	Material: H°A°, en donde se ha proyectado la instalación de las bombas de impulsión del efluente hacia el riego interno o en su defecto (dependiendo de la calidad del agua de proceso) a la Quebrada Natural.	No existe un reporte del Operador que señale la descarga del efluente hacia la quebrada natural cercana.	
6	Cámara de contacto de cloro	Se dispondrá para la eliminación de microorganismos presentes en el efluente, de una cámara para cloración de éste, que estará adosada y será alimentada desde la Cámara de Bombeo Efluente.	Sin evaluación porque la PTL fue dañada por el evento del 15 de enero de 2019. Durante el desarrollo de las Actividades en el Sitio a Auditar estuvo sin operación.	
7	Laguna de aguas de rechazo	Volumen: 300m3. Para recibir efluente de la planta de tratamiento que no presente características para su descarga y deba ser reprocesada. Desde la Cámara de contacto el agua ingresará en forma gravitacional a la Laguna de aguas de Rechazo, siempre y cuando no se cumpla con los parámetros mínimos requeridos por la autoridad, es de hacer notar que se ha diseñado una cámara de válvulas, que permite desviar el agua tratada a la Laguna de Aguas de Rechazo.		
8	Abastecimiento de	Agua de servicio (para lavados de unidades)		

	agua	Agua potable (se utilizará alimentación del edificio técnico y requerimientos internos de la planta)		
9	Obras de edificación	Se ha proyectado el denominado Edificio Técnico		
	Red de desagües	Se proyecta para los desagües de las instalaciones, una red de colectores gravitacionales (en su mayoría) y cámaras de inspección que llega al pozo de elevación, desde donde son impulsadas al estanque de aireación.		
10	**Tratamiento (línea de aguas, lodos y productos químicos)**			
11	Línea de aguas	Existe una línea de desagües que forma parte de la Línea de Aguas, que drena los líquidos, a través de tuberías de menor diámetro por tratarse de caudales menores, hacia el Estanque de Aireación para ser tratados nuevamente. Todos estos drenajes se refieren a aguas de sobrenadante producidas en las Lagunas de Espesamiento de Lodos, de rechazo y Lechos de Secado.	Sin evaluación porque la PTL fue dañada por el evento del 15 de enero de 2019. Durante el desarrollo de las Actividades en el Sitio a Auditar estuvo sin operación.	
12	Línea de lodos	La línea de lodos, tiene su origen en el *Clarificador Secundario,* lugar donde se hace la separación del licor mezclado, generado en el *Estanque de Aireación*		
13	Línea de productos químicos	Se trata de tres líneas independientes que transportan elementos químicos, ha utilizar en una segunda etapa de operación, usados para la coagulación de las partículas en suspensión y para la desinfección del efluente. Los elementos coagulantes (que pueden ser Sulfato de Aluminio y Polímeros), son dosificados mediante bombas especiales y son aplicados en la línea de aguas, antes del ingreso de proceso al floco Decantador, y el elemento desinfectante (que puede ser Hipoclorito de Sodio), se aplica en la Cámara de Contacto, antes de la descarga final del efluente.		
	Anexo 16. Manual de operaciones de Celda de Patógenos			
1	Método de operación	Celda especial de confinamiento, hasta que los residuos sean previamente tratados.	El método de confinamiento es alternativo y provisional.	

2	Selección del sitio	Para la selección del sitio de emplazamiento de las celdas especiales de confinamiento debe darse gran atención a los aspectos hidrológicos, geológicos e hidrogeológicos, del sector, el valor máximo permitido del coeficiente de conductividad hidráulica, para el suelo del nivel de desplante será de 10^{-6} cm/seg, con un espesor mínimo de 1 m.	El enfoque descriptivo en la selección del sitio se encuentra a futuro, siendo que, para el año 2010 ya fue ubicada, construida y se encuentra operando, la información para este punto debió referirse a las consideraciones técnicas constructivas, justificando así sus operaciones.	
3	Construcción de la celda especial	Para la habilitación de la celda especial, las actividades de Desbroce, Replanteo, Acondicionamiento del Terreno, Movimiento de tierras, Construcción de Cortes y Taludes, Peinado de Talud se desarrollarán como se trabaja en las celdas de disposición de residuos domiciliarios. **Sistema de impermeabilización**. Requiere estudios específicos previos de suelos y contará con un sistema de control de filtraciones. **Sistema de drenaje.** En la base de la celda, en su cota más baja estará provista de una llave de seguridad. **Operación de la celda diaria**. • Traslado de tierra al sector • Delimitar el sector que se será utilizado • Aplicar a la base de la celda diaria una solución de cal en proporción de (1) proporción de cal por (3) de agua • La distribución de residuos debe realizarse manualmente • Aplicar a cada capa de residuos un baño con solución de cal • Cubrir los residuos sólidos con una capa de suelo de 0.2 m, que debe ser compactada • Se deberán realizar fumigados periódicos cada dos días • Se debe desinfectar el vehículo de transporte de residuos a la salida de la celda	El procedimiento de habilitación del área y construcción es el mismo de las celdas de RSD. Detalles de la construcción: La información que sustente estudios de suelos específicos previos no fue otorgada a la empresa auditora. Los estudios debieron formar parte de la descripción en este punto. No se ha identificado la existencia del sistema de drenaje propuesto. La operación actual de la celda (11/2019). No cumple con la descripción del MA en: la delimitación del área utilizada para la celda diaria, aplicación de un baño con solución de cal a cada capa de residuos, desinfección del vehículo a la salida de la celda. Entre las obras complementarias se identifica la señalización adecuada en el perímetro oeste. Sin identificar los demás componentes.	

		Obras complementarias. 1. Drenaje pluvial perimetral 2. Señalizaciones 3. Cerco perimetral 4. Pozos de monitoreo		
		Cobertura final de la celda especial • Geomembrana HDPE de espesor 1.5 mm • Capa de material drenante compuesta por grava de entre 2 – 4", de espesor 0.20 m • Geotextil de polipropileno no tejido de 200 gr/m^2, de espesor 2.0 mm.	Por razones de necesidad se continúa operando en esta celda del RSNJ.	
1	**Anexo 17: Disposición de RS**	Se adjunta los reportes de ingresos en toneladas de los RSD recolectados por día, mes y año; de noviembre de 2004 hasta marzo 2010	Durante este periodo se han dispuesto y tratado 824.471,35 toneladas de residuos sólidos domésticos. Equivalentes a 422,80 t/d.	
1	**Anexo 18. Constancia de entrega de EPP´s**	Los registros firmados demuestran la dotación de ovelores, gorras, botines de cuero, mascarilla y poleras corresponden al 30/12/09 y guantes 05/08/09. Se registran también la entrega de overoles y botas de cuero en fecha 25/08/06 sin firma de constancia de su dotación.	En la documentación del MA no se puede identificar con claridad los EPP´s dotados o entregados.	
1	**Anexo 19. Facturas de consumo**	Se observan facturas de consumo del servicio de dotación de agua en cisterna y consumo de energía eléctrica de ELECTROPAZ para dos medidores.	Información de respaldo para formulario MA y PHSOB.	
1	**Anexo 20. Mapas de ubicación**	La información se compone de: • Un plano de ubicación del área a forestar. • Una imagen satelital demostrando la limitación respecto al área de ubicación. • Una imagen satelital identificando los ríos Alpacoma y Achocalla con distancias hacia el RSNJ, son 85 y 575 m. respectivamente. • Ubicación del RSNJ respecto a la Jurisdicción del Municipio.	Los mapas no se pueden evaluar debido a la poca claridad del documento de disponibilidad para la AA.	
	Anexo 21. Contrato GAMLP – DIMENSION ENASA Y	Contrato de fecha 12 de diciembre de 2005, suscrito entre el GAMLP con la Sociedad Accidental "Dimensión Enasa y Asociados"	Otorga en concesión a favor del concesionario la operación del servicio público de disposición final de residuos sólidos en el Relleno Sanitario del Municipio de La Paz en operación y de las actividades relativas al	

	ASOCIADOS		Cierre y Mantenimiento del Relleno Sanitario de Mallasa, de conformidad a los parámetros y características del servicio establecidos en el Pliego de Condciones de la Licitación Pública No. LPA 100/05 que forma parte integrante e indivisible de este contrato.	
1	Contrato Modificatorio Dimensión Enasa y Asociados – Tersa S.A.	Contrato Modificatorio de fecha 29 de mayo de 2006, suscrito entre el GAMLP con la Sociedad Accidental "Dimensión Enasa y Asociados" conformada por por las siguientes empresas: CONCORDIA S.A. EMPRESA CONSTRUCTORA Y LA EMPRESA DIMENSION ENASA LTDA, suscribe también la EMPRESA TRATAMIENTO ESPECIALIZADO DE RESIDUOS SOLIDOS Y SERVICIOS AMBIENTALES "TERSA S.A."	Amplia el periodo de implementación para la concesión para la disposición final de residuos sólidos en el Relleno Sanitario del Municipio de La Paz en operación y de las actividades relativas al Cierre y Mantenimiento del Relleno Sanitario de Mallasa, a efecto de uniformar el inicio de operaciones con el servicio de barrido, limpieza, recolección y transporte de residuos sólidos del Municipio de La Paz – Area Este y Oeste, estableciéndose como plazo de inicio de operaciones del contrato No. 1746/05, el 1 de julio del 2006 importergablemente, debiendo cumplir el Concesionario con las tareas y obligaciones establecidas.	
2	2do. Contrato Modificatorio	Contrato Modificatorio de fecha 8 de marzo de 2010, suscrito entre el GAMLP con la EMPRESA TRATAMIENTO ESPECIALIZADO DE RESIDUOS SOLIDOS Y SERVICIOS AMBIENTALES "TERSA S.A."	Se modifica y complementa el contrato administrativo de concesión No. 1746/05 de 12 de diciembr de 2005, respecto a: - Con respecto al Proyecto de Aprovechamiento de Biogás, a travñes del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), en los Rellenos Sanitarios de Mallasa y alpacoma del Municipio de La paz, por un lado, la exclusión de la participación del concesionario, respecto al mismo y la determinación del marco necesario para asegurar la decuación de las obligaciones contractuales ante esta exclusión, en el marco de lo establecido por el art 33 de la Ley No.1178, concordante con el art 63 del reglamento de la responsabilidad por la función pública, aprobado por DS No. 23318-A, en mérito a la necesidad pública de garantizar la calidad y continuidad del servicio de dispocisión final de residuos sólidos y cierre del Relleno Sanitario de Mallasa y por representar ello condiciones favorables para el Concedente; asimismo, la manifiestación de voluntades respecto ala forma de recurrir a los mecanismos altrnativos de solución de controversias	

			establecidas contractualmente, respecto al incumplimiento que el Concedente considera existe de parte del Concesionario enel desarrollo de aprovechamiento del Biogás y la existeencia de daño económico al Concesionario, por información que a su criterio fue proporcionad de forma errada en el Pliego de Condiciones. - Acordar el regimen de garantías del cumplimiento de contrato, aplicando el reglamento de concesión de obras, bienas de dominio público y servicios públicos municipales. - Establecer las condiciones de autorización de uso de maquinaria a la conclusión del contrato de concesión No. 1746/05 de 12/12/2005 y sus modificaciones.	
3	3er. Contrato Modificatorio	Contrato Modificatorio de fecha 10 de junio de 2016, suscrito entre el GAMLP con la EMPRESA TRATAMIENTO ESPECIALIZADO DE RESIDUOS SOLIDOS Y SERVICIOS AMBIENTALES "TERSA S.A."	Modifica la Clausula Sexta (PLAZO DE LA CONCESIÓN), Numeral 6.2 del Contrato No. 1746/05 de fecha 12/12/2005, ampliándose por un año el plazo de concesión establecido para las actividades relativas al Cierre y Mantenimiento del Relleno Sanitario de Mallasa, teniendose en consecuencia un total de 11 años para la realización de las mismas, debiéndose a su vez y de manera paralela durante este periodo adicional ejecutar la Auditoria Ambiental establecida contractualmente.	
4	4to. Contrato Modificatorio	Contrato Modificatorio de fecha 30 de junio de 2017, suscrito entre el GAMLP con la EMPRESA TRATAMIENTO ESPECIALIZADO DE RESIDUOS SOLIDOS Y SERVICIOS AMBIENTALES "TERSA S.A."	Modifica la Clausula Sexta (PLAZO DE LA CONCESIÓN), Numeral 6.2 del Contrato No. 1746/05 de fecha 12/12/2005, debiendo quedar redactado: … las actividades relativas al Cierre y Mantenimiento del Relleno Sanitario de Mallasa, en el plazo de 12 años, computables a partir del 1 de julio de 2006.	
1	**Anexo 22. Documentación legal**	Documentación incluida: • Folio real • Respuesta a nota sin legibilidad • Copia de Licencia Eventual • Nota de ampliación de LE del RSNJ, MC2. • Nota de ampliación de LE del RSNJ, MC2. • Ley N° 1669 • Ley 453		

		• Formulario único de Registro Catastral del RSNJ • Certificado de Registro catastral • Coordenadas • Mapa de ubicación del RSNJ en la Jurisdicción de La Paz • Imagen satelital que demuestra la distancia de 150 m. del límite del RSNJ respecto al límite jurisdiccional del municipio. • Imagen satelital demostrando la distancia del relleno hacia otras actividades. • Cedula de identidad del promotor y responsable legal del documento. • Cedulas de identidad de los responsables técnicos del llenado del MA.		

Fuente: Elaboración Propia

El procedimiento administrativo para la obtención de la Licencia tuvo la siguiente evaluación:

Cuadro A-26 Procedimiento Administrativo Seguido para Obtención de Licencia

Instituciones involucradas	Referencia de la nota.	Hoja de ruta y fecha de la nota	Normativa de referencia	Descripción de la nota	Instrucciones de la AAC
De: Gobierno Municipal de La Paz Para: Prefectura Departamental de La Paz	Solicitud inicial de la licencia definitiva a través de la presentación del documento Manifiesto Ambiental a la Prefectura Departamental de La Paz.	No disponible	Ley 1333, RGGA, RPCA	No disponible, a través de la correspondencia de seguimiento se avala el inicio de la tramitación con la instancia ambiental de competencia.	No disponible
De: Gobierno Municipal de La Paz Para: Prefectura Departamental de La Paz	Respuesta a observaciones	CITE: DCA-UCA N° 233/2010 28/04/2010	RGCA	Respuesta nota de solicitud de correcciones y aclaración a observaciones realizadas al informe MA.	No disponible
De: Prefectura Departamental de La Paz Para: Dirección General de Gestión Integral de RS. Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, MMAyA	Solicito Consideraciones técnicas al MA de RSNJ de Alpacoma del Municipio de La Paz.	CITE: PDLP-AMA-C-0555/10 recibida en fecha 17/05/2010	Mantiene su jurisdicción con el Art. 10° del RPCA.	Requiere una evaluación técnica especializada, para dar lugar a una correcta EIA. Otorga un ejemplar del MA.	Solicita consideraciones técnicas de la operación del MA para RSNJ, pone a consideración los conflictos sociales de pobladores aledaños.

Instituciones involucradas	Referencia de la nota.	Hoja de ruta y fecha de la nota	Normativa de referencia	Descripción de la nota	Instrucciones de la AAC
De: Gobierno Municipal de La Paz Para: Prefectura Departamental de La Paz	Silencio Administrativo positivo	CITE: DCA-UCA N°315/2010 19/07/2010 recibida el 20/07/2010	Art. 146° RPCA	Resalta la nota con CITE: DCA-UCA N° 233/2010 del 28/04/2010. Con la respuesta a observaciones realizadas al MA de fecha 13/04/2010, se realiza la presente nota al no existir respuesta del GADLP, cumplido el plazo de 30 días hábiles para su segunda evaluación.	Se solicita se proceda con el trámite a través del Silencio Administrativo y la devolución de 3 ejemplares del MA.
De: Gobierno Municipal de La Paz Para: Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos	Revisión Manifiesto Ambiental Relleno Sanitario "Nuevo Jardín"	CITE: DCA-UCA N° 316/2010 20/07/2010	Art 142° del RPCA	Informa que no se tuvo respuesta por parte del GADLP a la presentación de las respuestas a las observaciones realizadas por dicha instancia, en el plazo establecido.	Se solicita la revisión del MA a fin de obtener la Licencia Ambiental permanente
De: Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Para: Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, MMAyA	Informe técnico sobre consideraciones al Manifiesto Ambiental. Proyecto RSNJ de Alpacoma del Municipio de La Paz.	CITE: VAPSB/DGGIRS/057/2010[1] 02/07/2010	-	Responde solicitud de evaluación técnica del MA de la Prefectura de La Paz. En síntesis, la evaluación refiere a un documento de dificultosa interpretación, ej. Falta índice y cuadros ilegibles. Solicita mayor referencia y prioridad a los impactos y medidas de mitigación. Ampliar el contenido del PASA. Anexo 6. Los informes de laboratorio no establecen información sobre dónde se han tomado las muestras, responsable, modelación de olores. Anexo 7. PHSOB no contempla la disposición de excretas ni distribución de agua potable. Anexo 11. Ubicación de PTL carece de procedimientos técnicos, cuadros y planos son ilegibles.	El MA cumple parcialmente con los arts. 32 y 104 del RPCA, recomienda su complementación en sujeción al contenido mínimo que exige la normativa vigente tanto para el PAA y para el PASA. Recomienda también remitir el MA evaluado a la Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos del VMABCC.

[1] La versión disponible de la nota no tiene respaldo de su recepción.

Instituciones involucradas	Referencia de la nota.	Hoja de ruta y fecha de la nota	Normativa de referencia	Descripción de la nota	Instrucciones de la AAC
				Anexo 17. Plan de cierre no estima un presupuesto. No presenta un adecuado análisis de riesgos.	
De: Prefectura Departamental de La Paz Para: Gobierno Municipal de La Paz	Respuesta a nota CITE: DCA-UCA N°315/2010 (Silencio Administrativo Positivo)	CITE: DSACC-C-114/10 21/07/2010	-	Rechazo a nota DCA-UCA N°315/2010 recibida el **20/07/2010**, referente a Silencio Administrativo Positivo y solicitud de 3 ejemplares del MA.	Subsanar las observaciones al MA realizadas por la Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos, dependiente del MMAyA.
De: Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMA-MMAyA Para: Gobierno Municipal de La Paz.	Manifiesto Ambiental Relleno Sanitario "Nuevo Jardín"	MMAyA-VMA-DGMACC N° 3673/10 28/07/2010	-	Refiere nota de remisión de copia del MA DCA-UCA N° 316/2010, recepcionada en fecha **20/07/2010**, dando curso al procedimiento de Silencio Administrativo interpuesto a la Gobernación Departamental.	Solicita remisión del documento original del MA para una apreciación más clara.
De: Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA Para: Dirección de Calidad Ambiental, Gobierno Municipal de La Paz.	Primera revisión de la actividad Relleno Sanitario Nuevo Jardín.	MMAyA-VMA-DGMACC MA 1617/10 25/08/2010	-	Refiere CITE: DCA-UCA N° 394/2010 RECIBIDA EN FECHA 09/08/2010, que remite el MA, para su evaluación y emisión de la LA.	Solicita corrección a las observaciones detalladas en la nota, deben ser incluidas en el cuerpo del documento, presentarlo en 3 ejemplares en un plazo de 30 días hábiles, tomar en cuenta el art. 7° del D.S. 28592.
De: Gobierno Municipal de La Paz Para: Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA	Manifiesto Ambiental Relleno Sanitario Nuevo Jardín.	GAMLP DESP. 715/2010 Recibida en fecha 01/10/2010	-	Otorga un documento corregido y dos copias en respuesta a la nota MMAyA-VMA-DGMACC MA 1617/10	
De: Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA Para: Gobierno Autónomo Municipal de La Paz	Aprobación del MA "Relleno Sanitario Nuevo Jardín"	MMAyA-VMA-DGMACC-MA 1617(a)/10 De 27/10/2010 recibida en fecha 05/11/2010	Art. 103° RPCA	Otorga la Declaratoria de Adecuación Ambiental. Comunica inspecciones periódicas a la actividad.	Solicita la presentación del primer Informe de Monitoreo ante la misma instancia ambiental, señalando la ubicación de los pozos y

Instituciones involucradas	Referencia de la nota.	Hoja de ruta y fecha de la nota	Normativa de referencia	Descripción de la nota	Instrucciones de la AAC
					cronograma de monitoreo de aguas subterráneas.
	LA – DAA 020101 – 10 – DAA – 1617/10	27 de octubre de 2010	Ley N° 1333, arts. 17°, 18° y 19°.	Autoriza al Representante Legal Dr. Luis Antonio Revilla Herrero, para continuar con el funcionamiento de la actividad "Relleno Sanitario Nuevo Jardín", de acuerdo al PAA, PM y PASA.	Solicita dar cumplimiento estricto al PAA, PM y PASA.
De: Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA Para: Prefectura Departamental de La Paz	Atención a solicitud de copia de MA de la actividad RSNJ.	CAR/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAM/CRT 1617 N°1674/2016 De fecha: 05 de agosto de 2016	-	Refiere nota con CITE: GADLP/SDDMT/DSACC/NEX-1236/2016 DE FECHA 29/06/2016. Responde solicitud de copia de MA, otorga una copia del MA aprobado y reafirma la competencia legal del GADLP para seguimiento y control ambiental.	Solicita a esta institución la fiscalización de la AOP.
De: Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA Para: Gobierno Autónomo Municipal de La Paz	Para su conocimiento	CAR/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAM/CRT 1617 N°1675/2016 De fecha: 05 de agosto de 2016	-	Comunica a GAMLP la solicitud de una copia del MA por parte del GADLP, la remisión del MA y la reafirmación de competencias a esta institución, para su procesamiento, seguimiento y control ambiental.	Ninguna

Fuente: Elaboración Propia

A.4.2 Condiciones Previas Ambientales

A.4.2.1 Agua: Calidad de Aguas Superficiales, año 2010.

Para determinar estas condiciones (2010) ambientales, el laboratorio empleado para los muestreos y análisis de aguas de la quebrada Alpacoma fue la Unidad de Control Ambiental del Municipio, y, un profesional independiente. Para la evaluación comparativa de los resultados se aplicó el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH), Anexo A-2, Límites Permisibles para Descargas Líquidas.

Se efectuaron dos muestreos en dos fechas diferentes, junio y agosto de 2010 con diferentes y contradictorios resultados, en la primera campaña, exceden los límites para el DQO, DBO5 y cadmio (Cd), en la segunda campaña, no excede ninguno de los límites de la primera campaña, excepto los coliformes totales y fecales con indicadores ambientales para ese parámetro de 7.500 y 15.000 veces en exceso al límite referencial establecido por el Representante Legal de la AOP-RSNJ (Anexo A-2 RMCH).

Se concluye que la calidad del agua de la quebrada Alpacoma no es apta ningún tipo de uso doméstico, ni recreativo, tampoco para protección de recursos hidrobiológicos, no es apta para riego, ni cría de animales, consumo humano, porque la concentración de coliformes totales y fecales la clasifica como agua de la peor calidad (Clase D).

Mediante mapas, imágenes satelitales e información topográfica se observa que existe una distancia de 88 metros desde los estanques de almacenamiento de lixiviados hasta la quebrada Alpacoma, lo que representa un claro incumplimiento a la NB 757 respecto a la distancia mínima que debe tener un relleno sanitario respecto a un cuerpo de agua.

En el MA no se informa sobre colecta y resultados de análisis de muestras de aguas subterráneas, este aspecto es considerado como una medida de adecuación dentro del PAA – PASA, pero sin contar con una Línea Base Ambiental que pudo ser referente imprescindible y elemento comparativo para futuras evaluaciones.

A.4.2.2 Aire: Calidad del Aire: Ruido, PST, Partículas Biológicas Viables y Biogás.

A.4.2.2.1 Biogás, 2010

En el Manifiesto Ambiental (MA) del RSNJ, no informa el laboratorio acreditado o profesional que midió o valoró la información reportada en este documento. Se evaluaron las concentraciones del biogás en la Zona E (Emergencia) y M (Macrocelda) en operación, sin mayor descripción.

Para evaluar los resultados de la concentración de los componentes del biogás en la Zona E se emplean promedios indicándose que el metano tiene 8.44%, dióxido de carbono 8% y O2 15.2% en los captadores 12, 13, 14, 19 y 21. Mientras que en la Zona M el metano tiene 10.2%, dióxido de carbono 7.5% y O2 13.7% en los captadores 1, 14 y 15.

A.4.2.2.2 Ruido, año 2010

El ruido fue evaluado en la Zonas Celdas (1, 2, 3 y 4), sector Norte: Oficinas TERSA y gruta con un valor estable de ruido equivalente a 50.7 dBA, en sector Oeste: Depósito de "queques" con valor fluctuante de 40.8 dBA, en el sector Este: Macrocelda de Emergencia con un valor estable de 42.2 dBA y en el sector Sur: PTL con un valor fluctuante de 55 dBA. Los cuatro niveles sonoros en los cuatro puntos

cardinales del RSNJ se encuentran dentro del Límite Permisibles de 68 dBA (admisible con una variación mayor al 10%) Anexo 6 del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA).

A.4.2.2.3 Partículas Suspendidas Totales (PST), año 2010

La evaluación de la calidad del aire se efectuó por medio de la medición de las Partículas Suspendidas Totales (PST) el 24 de julio de 2010. El resultado reportado fue de 238 µg/m3, valor sin exceso al límite permisible de 260 µg/m^3 medido en 24 horas. No se incluye el dato de ubicación del punto de muestreo, lo que reduce la representatividad de la medición.

A.4.2.2.4 Partículas Biológicas Viables, año 2010

La medición de Partículas Biológicas Viables (PBV) llevada a cabo el 24 de julio de 2010, estableció la calidad del aire se encontraba impactada con grado de contaminación de bacterias (recuento total) y hongos en los niveles siguientes:

Tabla A-9 Partículas Biológicas Viables

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	SECTOR	UFC/m^3	CONDICION
Recuento Total	Bascula	1120	Contaminado
Hongos		860	Contaminado
Estafilococos		0	Sin observación

Fuente: Manifiesto Ambiental del RSNJ, 2010

Para determinar la condición ambiental o de impacto ambiental en la calidad del aire por este parámetro de fundamental importancia, emplearon la Escala de Pierre Boutin con Unidades Formadoras de Colonias por metro cúbico (UFC/m^3), en el nivel de 801 a 2500 que tiene una calificación de Contaminado[2].

A.4.3 Condiciones Previas Informes de Monitoreo Anual (IMA´s)

A.4.3.1 Agua: Calidad de Aguas Superficiales, años 2010-2018

Los resultados de análisis químicos sistematizados desde el año 2010 al 2018 con información de los IMA's para aguas superficiales en el área del RSNJ, permiten la siguiente evaluación de los diferentes parámetros analizados respecto a los Límites Permisibles establecidos en el Anexo A-1 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (R.M.C.H.).

Se presenta la evaluación para los dos puntos de muestreo:

- **(RA-50) Muestra tomada a 50 m antes del punto de encuentro de las aguas pluviales con quebrada natural al oeste del relleno sanitario.**

Una vez realizada la comparación con los límites permisibles referenciales se obtienen los indicadores de calidad hídrica de los parámetros analizados en el periodo indicado por la AOP:

Tabla A-10 Indicadores de calidad hídrica Qda Alpacoma RA-50

N°	Parámetro de Muestreo	Concentración (mg/l)	Límite Permisible Clase D	Indicador de calidad
1	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	137.763,3	60(1)	**2.296,05**
2	Aceites y Grasas	10.1	1	**10,10**
3	DBO_5	64.1	30	**2,14**
4	DQO	120.1	60	**2,00**

[2] Fuente: Bacterial Atmospheric Contamination in Wastewater Treatment Plants, Boutin M. Torre J. Moline E Bolssinot. Advances in Aerobiology 1987

N°	Parámetro de Muestreo	Concentración (mg/l)	Límite Permisible Clase D	Indicador de calidad
5	Amonio	38.3	4	**9,82**
6	Fósforo Total	1.4	0.326	**4,30**
7	Colifecales	1.1E+07	50.000	**220,00**
8	Arsénico	0.12	0.1	**1,20**
9	Cadmio	0.02	0,005	**4,00**
10	Hierro	10.02	1	**10,02**
11	Plomo	0.1018	0.1	**1,018**

Fuente: Elaboración propia conbase en información de IMA's 2010-2018 RSNJ

Por su parte, los parámetros que se encuentran dentro de los límites permisibles son: Conductividad, Dureza Total, Alcalinidad Total, $CO_3^{=}$, $SO_4^{=}$, Cl^-, NO_3^-, NO_2^-, CN^-, $S^{=}$, Ca, Mg, Cr^{+3}, Cu, Hg y Zn para la Clase D, según Anexo A-1 del RMCH. La conductividad, dureza total, alcalinidad total y carbonatos no tienen Límites Permisibles en el Anexo A-1. El pH con un valor de 8 se encuentra dentro de la escala de su Límite Permisible de 6 a 9.

La segunda muestra de agua superficial corresponde a la descripción del punto de muestreo:

- **(RA+100) Muestra tomada a 100 m después del punto de encuentro de las aguas con quebrada natural al este del relleno sanitario.**

Las concentraciones de parámetros analizados que exceden cada uno sus Límites Permisibles referenciales se muestran en la Tabla A-11:

Tabla A-11 Indicadores de calidad hídrica Qda. Alpacoma RA+100

N°	Parámetro de Muestreo	Concentración (mg/l)	Límite Permisible Clase D	Indicador de calidad
1	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	131.237,7	60(1)	**2.187,30**
2	Aceites y Grasas	10	1	**10,00**
3	DBO_5	63.2	30	**2,11**
4	DQO	131.6	60	**2,20**
5	Amonio	38.9	4	**9,72**
6	Fósforo Total	1.5	0.326	**4,60**
7	Colifecales	1.1E+07	50.000	**220,00**
8	Arsénico	0.12	0.1	**1,20**
9	Cadmio	0.02	0,005	**4,00**
10	Hierro	5.648	1	**5,648**
11	Plomo	0.107	0.1	**1,07**

Fuente: Elaboración propia en base a información de IMA's 2010-2018 RSNJ

Las concentraciones de aguas superficiales de la quebrada Alpacoma en RA+100 como la Conductividad, Dureza Total, Alcalinidad Total, $CO_3^{=}$, $SO_4^{=}$, Cl^-, NO_3^-, NO_2^-, CN^-, $S^{=}$, Ca, Mg, Cr^{+3}, Cu. Hg y Zn, tomada 100 m después del punto de encuentro de las aguas con quebrada natural al este del relleno sanitario, se encuentran dentro los límites permisibles para la Clase D, según Anexo A-1 del RMCH. La conductividad, dureza total, alcalinidad total y carbonatos no tienen Límites Permisibles en el Anexo A-1. El pH con un valor de 7.9 se encuentra dentro de la escala de su Límite Permisible de 6 a 9.

A.4.3.2 Calidad de Aguas Subterráneas, años 2010-2018

Los indicadores de calidad de las aguas subterráneas de parámetros analizados en laboratorio exceden cada uno sus Límite Permisibles referenciales del RMCH, Anexo A-2 se muestran en la Tabla A-12 para aguas subterráneas como sigue:

Tabla A-12 Indicadores de calidad hídrica agua subterránea

N°	Parámetro de Muestreo	Concentración (mg/l)	Límite Permisible Anexo A-2	Valor Relativo
1	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	62,4	60	**1.04**
2	DBO_5	512,7	80	**6,40**
3	DQO	1.325,4	250	**5,30**
4	Amonio[3]	46.1	4	**11,52**
5	Colifecales	1.1E+07	1.000	**11.000,00**
6	Hierro	2,04	0.5	**4,08**

Fuente: Elaboración propia con base en información de IMA's 2010-2018 RSNJ. ELP, Exceso a Límite Permisible

Las concentraciones de aguas subterráneas del RSNJ para un solo punto de muestreo como la Conductividad, Dureza Total, Alcalinidad Total, A&G, $CO_3^{=}$, $SO_4^{=}$, Cl^-, NO_3^-, NO_2^-, CN^-, $S^{=}$, Ca, Mg, Cr^{+3}, Cu, Hg, Zn, As, Cd, Pb, P, se encuentran dentro los límites permisibles del Anexo A-2 del RMCH, con inicio de los A&G en 10, y siguiendo con el cianuro con 0,2, 2, 1.0, 1.0, 1.0, 0,002, 3, 0,5, 0,15, 0,3 y 0.326 mg/l, respectivamente, cumplen con lo establecido en el Anexo A–2 del R.M.C.H. La conductividad, dureza total, alcalinidad total, carbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos, nitritos, calcio, magnesio y fósforo no tienen Límites Permisibles en el Anexo A-2. El pH con un valor de 8 se encuentra dentro de la escala de su Límite Permisible de 6 a 9.

A.4.3.2.1 Lixiviado

En IMA 2018-I, los resultados de laboratorio de la muestra EAN-118 (Estanque anaerobio) expresa las siguientes concentraciones para lixiviados: conductividad con 35300 µS/cm, DBO5 con 35617 mg/l, DQO con 86269 mg/l, cloruros con 2360 mg/l, amonio con 2560 mg N - NH4/l, calcio con 679 mg/l y magnesio 247 mg/l; respecto a la muestra CLA-118 (Clarificador): Conductividad con 3660 µS/cm, DBO5 con 17061 mg/l, DQO con 70973 mg/l, cloruros con 417 mg/l, amonio con 68 mg N - NH4/l, calcio con 10 mg/l y magnesio 14 mg/l.

En IMA 2018-II se reportan muestras pertenecientes al estanque aerobio AE-218: Conductividad con 30900 µS/cm; DBO5 con 906 mg/l, DQO con 4046 mg/l, sulfatos con 23 mg/l, cloruros 2949 mg/l, amonio 92 mg/l; la muestra tomada en el estanque geomembrana 1 EG1-2018: 41800 µS/cm, DBO5 con 3246 mg/l, DQO con 39617 mg/l, sulfatos con 371 mg/l, cloruros 3222 mg/l, amonio 200 mg/l.

En conjunto demuestran una diferencia considerable entre los valores de concentración que determinan la calidad del líquido y la eficiencia del tratamiento o requerimientos para acciones posteriores de la Planta de Tratamiento de Lixiviados, la selección de los puntos de muestreo no permite realizar una evaluación que demuestre la etapa de biodegradabilidad de los residuos o la eficiencia del sistema de tratamiento.

A.4.3.3 Aire: Ruido, años 2010 – 2018

La sistematización de la intensidad del ruido ambiental entre las gestiones de 2010 a 2018, fue evaluada y en resumen se presenta los valores promedio para el periodo indicado. Su evaluación comparativa con el límite permisible de emisión de ruido concluye en que, ninguna de las mediciones exceden el valor referencial de 68 dBA para los cuatro puntos cardinales de las cuatro zonas celdas Norte: oficinas TERSA y gruta con un valor de 51.96 dBA; Oeste: depósito de queques, ruido fluctuante con un valor de 53.57; Este: extremo de la Macrocelda de Emergencia con un valor estable de 55.08 dBA y Sur:

Planta de Tratamiento de Lixiviados con un valor fluctuante de 54.21 dBA que sostienen la calidad del aire por ruido ambiental.

Los monitoreos de ruido otorgan un valor de referencia que corrobora la inexistencia de alteración de la calidad atmosférica por la presencia de la actividad sobre unidades colindantes, sin embargo, no representa un indicador de evaluación de un impacto identificado en la calidad del aire según Anexos A y B del formulario MA y Anexo 1 del documento.

La información disponible no reporta mediciones de ruido ocupacional que respondan a este requerimiento.

A.4.3.3.1 Partículas Suspendidas Totales (PST) y Partículas Menores a 10 Micrones (PM10), años 2010 – 2018

En los IMA´s la evaluación de la calidad del aire en el RSNJ para Partículas Suspendidas Totales (PST) se llevó a cabo desde el segundo semestre de 2010 hasta el segundo semestre del año 2018, en ese periodo se reportó un exceso al límite permisible de 260 µg/m^3 con un valor de 268.33 µg/m^3.

La evaluación de las Partículas Menores a 10 Micrones (PM10) se realizó del primer semestre del año 2012 hasta el segundo periodo del año 2018, en ninguno de esos periodos semestrales se excedió el límite permisible referencial de 150 µg/m^3.

A.4.3.3.2 Partículas Biológicas Viables, años 2010 – 2018

El resultado de la evaluación de los datos obtenidos en la Línea Base Ambiental es explicado a partir del siguiente gráfico:

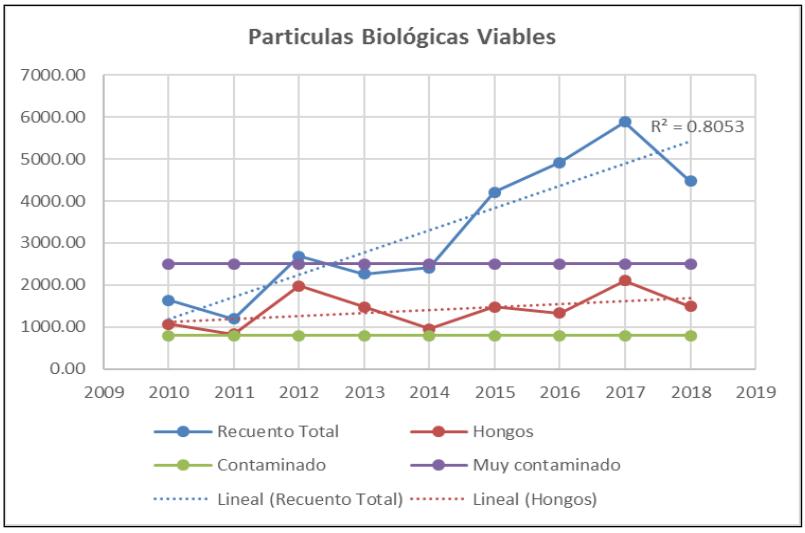


Gráfico A-1 Partículas Biológicas Viables
Fuente: Elaboración propia. Los Álamos IC SRL.

El Recuento total de partículas biológicas viables (PBV) tiene una tendencia de incremento en el tiempo, debido a la línea de tendencia con un índice de correlación del 80%, debido a que la calidad del aire del RNSJ está calificada como Muy contaminada.

Por su parte, la proliferación de los hongos en tendencia histórica desde el 2010 al 2018, se encuentra entre Contaminado a Muy Contaminado con la probabilidad de que se mantenga con ese comportamiento.

A.4.3.3.3 Gases de combustión

La información disponible para respaldar el mantenimiento preventivo de maquinaria y de esta manera reducir la emisión de gases contaminantes, se basa en la presentación de Certificados de Control de Opacidad de mediciones realizadas en fechas 13, 14 y 16 de noviembre de 2018, para volquetas, camiones, retroexcavadora, pala cargadora, camionetas, excavadora y compactadoras, con resultado final Aprobado.

No se observa mayor respaldo sobre la medición de opacidad en maquinaria en el periodo 2010 a 2018 (primer semestre), que permite cumplir la frecuencia de monitoreo semestral descrita en Anexo C y Anexo 1, PASA.

A.4.3.3.4 Biogás, años 2010 - 2018

La evaluación de la generación de biogás en el RSNJ para el periodo indicado, se encuentra en su fase metanogénica, ya que la operación en Alpacoma comenzó en el año 2004. Las gestiones 2010 al 2014 se hicieron mediciones, dos veces en las zonas E, M1 y M2 con valores promedio de 9,5% de CH_4; 6.7% de CO_2 y O_2 con 15.45%. Mediciones (2012) en las zonas MC4 - MC2 con valores promedio reportados de 6.4% de CH_4; 4.1% de CO_2 y O_2 con 17.5%, otras (2013) en las zonas MC 1, 2 y 4 con valores reportados de 9.1% de CH_4; 5.7% de CO_2 y O_2 con 15.6%, y, el 2014 en las MC 1, 2 y 3 con valores reportados de 11.0% de CH_4; 6.6% de CO_2 y O_2 con 15.6%.

A partir del año 2015 hasta el año 2018 se hicieron mediciones en las MC 1, 3 y 4, reportándose resultados promedio de 9.13% de CH_4; 6.42% de CO_2 y O_2 con 15.45%. El resto del porcentaje que considerado como Balance que agrupa a los componentes del biogás en un valor promedio de 69.0% para el último periodo de 2015 a 2018.

La eficacia de la medida de adecuación propuesta, depende directamente de la eficiencia operativa de los residuos. La disposición, compactación, cobertura y control en la evolución sistemática de los gases generados, permiten implementar un Programa de encendido de captadores, si bien no es una medida óptima de control de contaminantes, al menos se reduce la acción del gas metano como Gas de Efecto Invernadero. Un manejo operativo de residuos inadecuado genera la existencia de emisiones fugitivas, una falta de control en el encendido de captadores y un impacto sinérgico no identificado.

La información referente al inventario de emisiones fugitivas se publica a través de los IMA's II-2010 a II-2018, identificando cada punto con banderolas, el color entre rojo, amarillo, anaranjado y verde está definido por el nivel de explosividad, la existencia de CH_4 se manifiesta en casi todos los puntos a excepción de 6 de un total de 196 puntos evaluados en las MC 1, 2, 3 y 4.

A.4.3.4 Suelos: Calidad química de suelos, años 2010 – 2018

La evaluación de la calidad química de los suelos en el período 2010 a 2018, estuvo orientada a una evaluación de tipo agrícola (evaluar la fertilidad de suelos), debido a que elección de los parámetros fueron el nitrógeno total, carbón orgánico, materia orgánica, sodio intercambiable, potasio intercambiable, calcio intercambiable, magnesio intercambiable y acidez intercambiable, este enfoque no permite una valoración de su calidad ya que no existe parámetros o límites permisibles referenciales nacionales.

Entre los resultados reportados en el seguimiento ambiental el pH tiene valores variables para la Muestra A entre 7.2 y 10, siendo el pH promedio para las áreas consideradas en esta muestra en un nivel de 8.95. La Muestra B tiene valores del pH mínimo y máximo entre 7.3 y 10 siendo el promedio para este sector evaluado de pH igual a 8.70.

La conductividad eléctrica reportada en los informes de monitoreo para el sector de la Muestra A tiene valor promedio de 2.435 µS/cm, siendo el mínimo 17 µS/cm y el máximo extremo de 24.200 µS/cm. Los niveles reportados para la conductividad eléctrica en la Muestra B como valor promedio son de 1.185 µS/cm, siendo el valor mínimo 237 µS/cm y el máximo con 3.390 µS/cm.

Parte de los suelos fueron regados con lixiviados proveniente de la Planta de Tratamiento de Lixiviado. También se elaboró "queques" con suelo virgen, estos suelos evaluados por su fertilidad. El reporte oficial otorgado por TERSA S.A respecto al movimiento de tierras para la elaboración de queques, permite obtener un cálculo promedio mensual de 149344,15 m^3, demostrando un excedente 24,5 veces mayor al valor otorgado en el punto 3 del formulario de MA, demostrando un impacto no identificado por esta actividad.

Tabla A-13 Muestras A. Resultados de Análisis Químicos Promedio de Suelos de los IMA's (sistematizados desde 2010 hasta 2018)

Parámetro	Lugar del muestreo	Planta de tratamiento de lixiviados (PTL 1) Macrocelda	Suelo sector cipreses - 15cm	Talud dorsal Sur - 10m	Área forestal Dorsal este - 10m	Area forestada sector norte	Area regada con lixiviado	Area regada con lixiviado	Area regada con lixiviado	Area regada con lixiviado	Área forestada - Ingreso	Jardinera zona báscula	Área forestada	Jardinera zona báscula	Talud àrea forestada proximo tanque agua vertiente	Suelo virgen	Dorsal Sur	Banco de QUEQUES
	Unidades	**2010-II**	**2011-I**	**2011-II**	**2012-I**	**2012-II**	**2013-I**	**2013-II**	**2014-I**	**2014-II**	**2015-I**	**2015-II**	**2016-I**	**2016-II**	**2017-I**	**2017-II**	2018-I	2018-II
p H	Escala	9.6	9.8	9.8	9.3	9.3	9.2	8.6	10	7.7	9	7.5	7.7	7.2	8.5	10	9.3	9.5
Conductividad	µS /cm	485	401	670	1551	1551	1755	3680	24200	507	684	495	770	1420	1248	440	17	1507
Nitrógeno total	%	0.058		0.20	0.08	0.08		0.12	0.30	0.13								
Carbón orgánico	%	0.28	0.1	0.50			0.17											
Materia orgánica	%	0.48	0.2	0.80	0.65	0.65	0.10	0.69	2.80	2.00	3.70	1.50	2.00	7.00	0.59	0.36	0.16	1.10
Sodio intercambiable	cmolc/kg	2.4	1.9	0.24	7	7	0.29	5.5	5.5	1	3.3	0.86	1.9	3.6	6.1	4.4	0.041	7.1
Potasio intercambiable	cmolc/kg	0.37	0.37	0.54	1.1	1.1	8.2	3.4	55	0.86	1.9	0.35	1.1	2	1.2	0.62	1.5	0.7
Calcio intercambiable	cmolc/kg	10	11	4.3	3.3	3.3	6.5	175	9.3	7.7	7	13	16	17	9.3	1.2	3.7	3.8
Magnesio intercambiable	cmolc/kg	1.8	3.8	7.9	7	7	3.2	2.2	8.5	5.6	5.4	3.6	6.6	5.5	4.4	6.1	5.7	6.7
Acidez intercambiable	cmolc/kg	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050

Fuente: Elaboración propia en base a información de IMA's 2010-2018 RSNJ

Tabla A-14 Muestras B. Resultados de Análisis Químicos Promedio de Suelos de los IMA's (sistematizados desde 2010 hasta 2018)

Parámetro	Lugar del muestreo		Suelo sector eucalipto	Área forestada Norte - 10m	forestal Dorsal Sur - 10m	Area forestada regada	forestada sector norte	forestada sector norte	forestada sector norte	forestada sector norte	forestada sector norte	trasero sector báscula	Área forestada	Talud trasero sector báscula	Talud àrea forestada	Banco queques	Talud area corte	Area de corte - CELDA 12
	Unidades	**2010-II**	**2011-1**	**2011-II**	**2012-I**	**2012-II**	**2013-I**	**2013-II**			**2015-I**	**2015-II**	**2016-I**	**2016-II**	**2017-I**	**2017-II**	2018-I	2018-II
p H	Escala	9.3	9.3	10	8.2	9.5	9	8.9	7.5	7.7	8.2	6.9	8.6	7.3	8.9	9	9.5	9.9
Conductividad	µS /cm	980	1322	758	1457	1377	1146	638	320	1972	1490	237	1164	1009	842	3390	1507	540
Nitrógeno total	%	0.09		0.07	0.08	0.062		0.076	0.13	0.11								
Carbón orgánico	%	0.3	8.0	0.32			0.22											
Materia orgánica	%	0.5	14	0.55	0.77	0.68	0.37	0.27	2.2	3.8	5.2	1.3	3.4	6.1	1.2	0.61	1.10	0.84
Sodio intercambiable	cmolc/kg	7	4.1	0.34	3.4	8.6	5.8	2.4	0.41	2.1	6	0.19	3.6	1.9	5	13	7.1	4.4
Potasio intercambiable	cmolc/kg	1.7	1.2	0.43	0.7	0.53	0.6	0.38	0.75	5.6	3.1	0.48	1.5	3	1.2	2.8	0.7	0.14
Calcio intercambiable	cmolc/kg	6.2	10	5.0	19.0	2.7	5.6	12.0	11.0	10.0	9.5	7.4	5.4	18.0	15.0	3.8	3.8	2.6
Magnesio intercambiable	cmolc/kg	14	5.7	5.4	5.1	3.3	4.3	4.5	3.5	4.2	4.8	3.3	4.6	5.2	2.8	6.2	6.7	8.1
Acidez intercambiable	cmolc/kg	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

Fuente: Elaboración propia en base a información de IMA's 2010-2018 RSNJ

A.4.3.5 Situación de la vegetación, años 2010 – 2018

La situación de la flora y fauna no fue evaluada según los reportes de los Informes de Monitoreo Ambiental (IMAs). Se realizaron reforestaciones con el fin de otorgar barreras vivas para control de olores, con especies forestales y dar cobertura al suelo con especies rastreras y arbustivas, sin precisión de ubicación y área definida y mantenimiento que demuestren la eficacia de la medida.

La barrera viva fue parcialmente implementada según reporte de IMA's II-2010, II-2011 y I-2012, la ubicación de la plantación descrita no demuestra actualmente la ejecución de la medida. Los Informes de Gestión Mensual de TERSA para los años 2013, 2015 a 2019 describen una atención a la implementación de plantines, abastecimiento de recursos, riego, etc. sin éxito permanente, a pesar de la reposición de plantas, cuidado y riego reportados, otorgando la limitación del desarrollo, a las condiciones climáticas del área. Las sp. elegidas para este fin fueron eucalipto, pino, orejas verdes, acacias, cypres, leucainas, sabila brillantinas, mutu mutu, ligustros, colas verdes. El objeto no tuvo alcance en el control de la emisión de olores y dispersión de PST´s en toda la etapa operativa. Las especies elegidas no responden de manera exclusiva a la exigencia de conformar una barrera forestal.

Cabe resaltar que las vías internas fueron regadas con agua tratada de la PTL (según IGM 10/2018) y el área de amortiguamiento no es definido con claridad. Además, la existencia de plantas nativas en el área de influencia indirecta, mantienen su presencia con las mismas condiciones climáticas, sin mantenimiento permanente.

Estos aspectos son indicadores de la eficiencia operativa de la PTL y las actividades complementarias.

A.4.3.6 Situación del factor fauna, años 2010 – 2018

La Fauna no fue evaluada según los reportes de los Informes de Monitoreo Ambiental (IMAs). No se encuentra información que controle la existencia de animales al interior del relleno. La legislación ambiental no obliga la evaluación de este factor, su redacción considera que los factores abióticos no sean modificados en la vida operativa de la AOP.

A.4.3.7 Social: Situación socioeconómica del área, años 2010 – 2018

La situación de este factor no fue evaluada según los reportes de los Informes de Monitoreo Ambiental (IMAs).

A.4.4 Situación Ambiental Actual

Con base en el Diagnóstico Ambiental presentado y aprobado en la Fase 2 de la AA se establece la Situación Ambiental Actual del Relleno Sanitario Nuevo Jardín con alcance a las AID y AII, a través de la descripción y análisis de los factores que lo componen a objeto de identificar y valorar su situación después del deslizamiento producido, evento que promueve la presente Auditoría Ambiental.

La información parcial, intermitente y tardía representó una limitante explicada en otro punto de este Informe Final. A fin enmendar esta falencia recibimos información verbal directa de profesionales del relleno, habitantes aledañas y profesionales de centros de salud. Para completar, cada especialista recurrió a información secundaria para desarrollar su trabajo.

La evaluación del Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ) y área de estudio permite identificar el o los problemas técnicos-ambientales que deben ser afrontados a futuro en base a la información actual recibida y generada por el equipo multidisciplinario, reconocimiento del área, comparaciones,

clasificaciones, aplicación de límites permisibles e indicares ambientales con el objetivo de determinar las acciones correctivas necesarias para mitigar y adecuar impactos ambientales adversos en el RSNJ.

A.4.4.1 Alcance

El alcance geográfico de la Auditoría Ambiental consideró el área donde acontecen o pueden ocurrir los impactos ambientales negativos y el área hasta donde alcanzan los efectos en el medio ambiente y la salud humana. La evaluación de la situación ambiental actual, representa el estado ambiental posterior al deslizamiento.

En la Ilustración A-4 se aprecia el área AII demarcada con una línea anaranjada, el AID de línea amarilla y el área del deslizamiento demarcada con una línea morada, además de la ubicación de los tres diques de retención que construyó el GAMLP para evitar en lo posible los impactos severos a la quebrada Alpacoma, río Achocalla y río La Paz.

Es absolutamente coherente que el alcance también está referido al enfoque técnico, administrativo y ambiental de la elaboración del Manifiesto Ambiental, presentado y aprobado por la AACN, de este modo, determinar una situación ambiental actual en ese contexto del MA que contiene omisiones, gestión, diseño, construcción, operación y mantenimiento diferentes, representa enormes limitaciones, ya que al ser el MA un documento oficial aprobado, su evaluación comparativa podría no ser sustentable; muy a pesar de lo señalado y por el tiempo transcurrido entre el evento y el inicio de la AA.

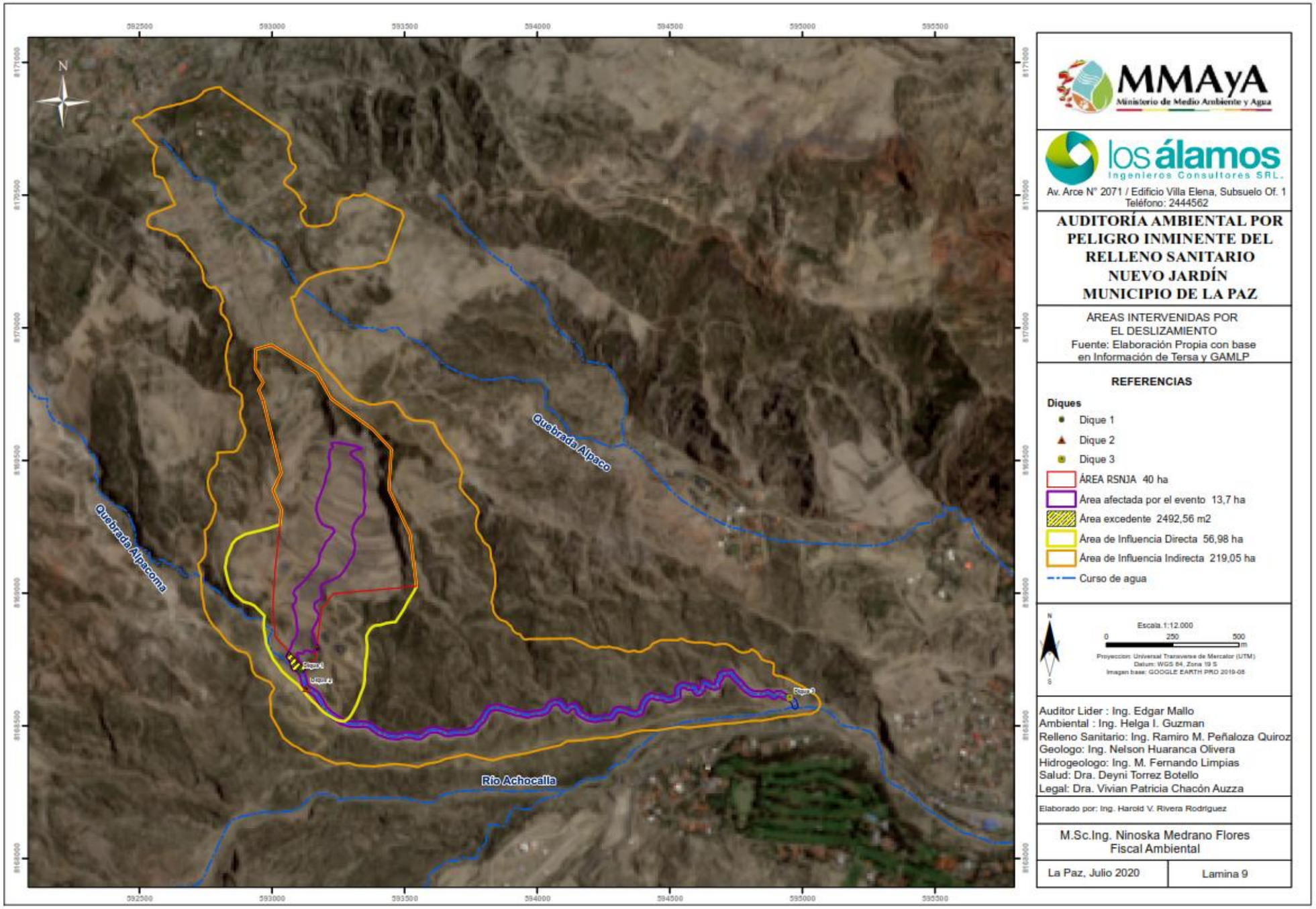


Ilustración A-4 Áreas de Alcance de la AA
Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.2 Objetivo General

Identificar y establecer los impactos ambientales generados a raíz del deslizamiento de residuos sólidos del Relleno Sanitario Nuevo Jardín, a partir de un estudio multidisciplinario que demuestre el estado actual de todos los factores involucrados en el área de influencia directa e indirecta de la actividad.

A.4.4.3 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos son:

- Identificar los factores ambientales que han sido alterados a raíz del deslizamiento de residuos sólidos contenidos en el RSNJ.
- Informar sobre las condiciones ambientales actuales en el AID y AII del RSNJ y el área del evento del deslizamiento más obras de contención.
- Otorgar el soporte técnico para establecer un alcance normativo que pueda sostener los estudios y acciones posteriores de adecuación y/o remediación.
- Promover la detección de acciones correctivas necesarias para mitigar impactos adversos actuales.

A.4.4.4 Metodología

A.4.4.4.1 Trabajo en gabinete y campo

Durante la Fase 1 Planificación, se cursa solicitudes al Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAYA); Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP); Gobierno Autónomo Departamental de La Paz (GADLP); Empresa TERSA S.A. e instituciones involucradas para contar con información secundaria.

Esta información valiosa requerida es demorada e incompleta, así se inició la Fase 2 con Actividades en el Sitio a Auditar o trabajo de campo. Ambas fases están actualmente aprobadas.

A.4.4.4.2 Caracterización de factores ambientales

Como se describe en Fase I, cada factor ambiental es desarrollado en base a una metodología específica como sigue:

Cuadro A-27 Caracterizacion de factores ambientales

N°	Factor	Método Aplicado
1	Clima	Para la evaluación del clima se utilizó datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto de El Alto, estación meteorologica de segundo orden
2	Suelo	1. Recopiló, revisó y sistematizó información 2. Se proceso imágenes satelitales 3. Planificó y desarrolló el estudio geotécnico 4. Se definió el volumen del área desestabilizada
3	Agua	Se recopiló con desarrollo descriptivo de cursos de agua superficial y subterránea: 1. Recopiló, revisó y sistematizó información. 2. Se procesó imágenes satelitales 3. Trabajo de campo: colecta y medición de factores ambientales 4. Calidad de aguas superficiales y subterráneas 5. Pluma contaminante, si corresponde
4	Flora y Fauna	1. Flora: Identificación de especies por transecto para abarcar las AID y AII 2. Fauna: Identificación de especies con punto de conteo para avifauna 3. Fauna: Búsqueda de rastros y huellas,

N°	Factor	Método Aplicado
5	Medio Humano	1. Encuestas a todos los trabajadores del RSNJ 2. Encuentas a los comunarios aledaños al relleno 3. Revisión de histórias clínicas, certificación defunción y visitas a centros de salud. 4. Análisis y sistematización por el SNIS 5. Acopio de datos estadísticos: Consulta externa, atención integral a menor de 5 años, prenatal, parto, puerperio y planificación familiar; certificacdo de nacimiento; tratamiento odontológico e internaciones.

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.5 Medio Físico Abiótico

El medio físico abiótico se encuentra descrito por el clima con todos sus componentes, geología, geofísica, geotecnia, hidrología, hidrogeología, suelos y factores como la calidad ambiental: aire, aguas y suelos.

A.4.4.5.1 Clima

A.4.4.5.1.1 Red Meteorológica disponible

La red meteorológica de la zona de estudio está compuesta con 11 estaciones de diferente categoría desde segundo a cuarto orden, algunas con datos históricos de larga data que garantizan el análisis y sistematización de sus registros meteorológicos. Las estaciones que competían para ser tomadas en cuenta en la presente AA por sus características eran las ubicadas en la ciudad de La Paz, El Alto y el Aeropuerto de El Alto. Durante las actividades en el sitio a auditar conocimos la existencia de una estación meteorológica propia del GAMLP con registro de datos a temperaturas y precipitación de corta data de registros. La estación seleccionada fue El Aeropuerto El Alto por su categoría y por los datos históricos de larga data.

Cuadro A-28 Estaciones Meteorológicas Disponibles

Nº	Nombre	Longitud˚	Latitud˚	Altura	Zona	Distancia	Dirección˚	Sentido
1	La Paz, Centro	-68.13	-16.53	3632.00	19	6.70	347	N
2	La Paz - El Alto	-68.18	-16.51	4071.00		8.00	316	NW
3	El Alto (Aeropuerto)	-68,22	-16.52	4071.00		10.60	329	NW
4	Alpacoma (N. Jardin)	-68.13	-16.65	3368.00		0.00	180	S

Fuente: SENAMHI 2020

En zona de estudio, existe una estación meteorológica, pero con información escasa, por lo que se recurrió a utilizar la estación más próxima y que sea representativa, como se describe en el documento.

Entonces la precipitación confiable a efectos del estudio es:

Tabla A-15 Precipitación confiable

Probabilidad	Pc (mm)
75%	**569.65**

Fuente: Elaboración propia

Precipitación confiable con 75% de probabilidad de excedencia para un año normal.

A.4.4.5.1.2 Caracterización Climática de la Zona en Estudio

En La Paz, los veranos son cortos, frescos y nublados, los inviernos son cortos, muy fríos, secos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de -2 °C a 15 °C y rara vez baja a menos de -5 °C o sube a más de 18 °C.

Todos los datos relacionados con la posición del sol (salida del sol y puesta del sol) se calculan usando fórmulas astronómicas del libro *Astronomical Tables of the Sun, Moon and Planets, de Jean Meeus*. Los datos climatológicos, incluida la nubosidad, precipitación, velocidad y dirección del viento y flujo solar vienen de *MERRA-2 Modern-Era Retrospective Analysis de NASA*.

A.4.4.5.1.3 Temperatura

La temperatura máxima promedio diaria es de 15°C de la época templada. La temporada fría tiene una temperatura máxima promedio diaria menor a 14 °C y una mínima de -2 °C.

La Ilustración A-5 muestra una visión compacta de las temperaturas promedio por hora de todo el año. El eje horizontal es el día del año, el eje vertical es la hora y el color es la temperatura promedio para ese día y a esa hora.

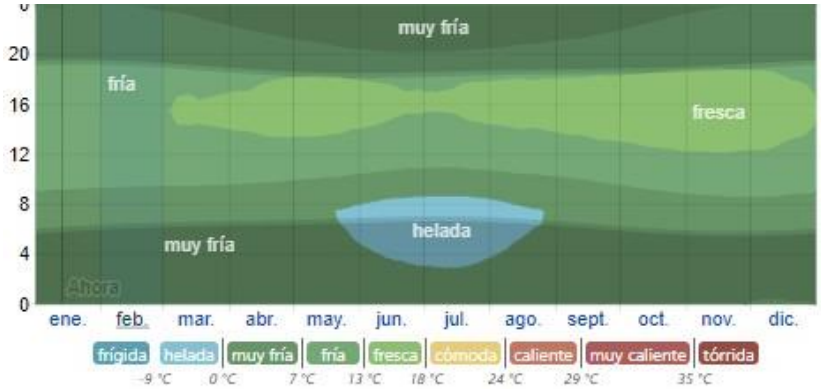


Ilustración A-5 Temperatura Promedio por hora
Fuente: Elaboración propia en base a es.weatherspark.com

A.4.4.5.1.4 Nubes

En La Paz y en Alpacoma el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año. La parte más despejada del año en Alpacoma comienza aproximadamente en abril; dura alrededor de 5 meses y se termina aproximadamente en septiembre.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente en septiembre; alrededor de los 7 meses y se termina aproximadamente en abril. El cielo está nublado o mayormente nublado el 86 % del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 14 % del tiempo (Gráfico A-2)

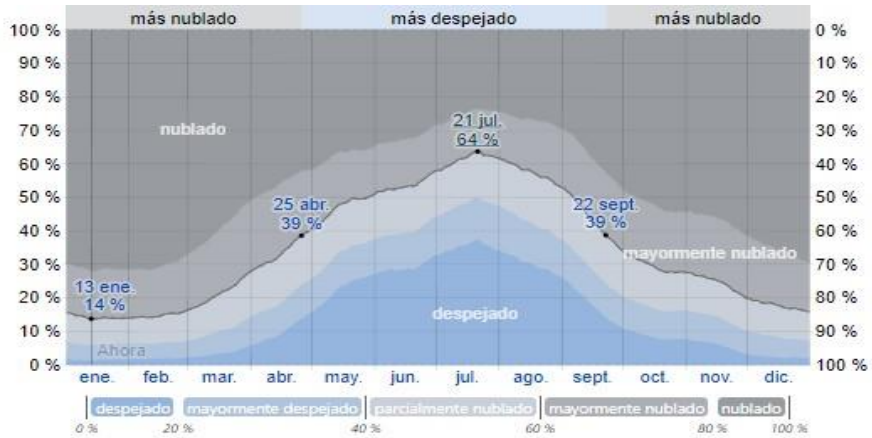


Gráfico A-2 Nubosidad
Fuente: es.weatherspark.com

A.4.4.5.1.5 Precipitación

La temporada de lluvia dura tres meses y medio, en diciembre a marzo, con una probabilidad de más del 26 %. La probabilidad máxima de un día lluvioso es del 50% en enero. La temporada más seca dura aproximadamente 9 meses, de marzo a diciembre. La probabilidad mínima de un día lluvioso es del 2% en julio.

Entre los días húmedos, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 50 % en enero (Gráfico A-3).

Gráfico A-3 Posibilidad Diaria de Precipitación
Fuente: es.weatherspark.com

A.4.4.5.1.6 Variación de la precipitación pluvial promedio

Alpacoma tiene una variación considerable de lluvia mensual por estación. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor de enero, con una acumulación total promedio de 75 milímetros.

La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es en junio, con una acumulación total promedio de 10 milímetros. En la Tabla A-16 se observa la distribución de precipitación mensual e incidencia.

Tabla A-16 Distribución Mensual de la Precipitación

Mes	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
Incidencia mensual	2	3.9	7.9	8.3	16.7	22.0	16.4	13.4	5.6	1.7	1.0	1.2
Pc [mm]	9	17.7	36.2	38.1	76.9	101.1	75.2	61.6	25.7	7.8	4.5	5.4

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de precipitación anual, SENAMHI

A.4.4.5.1.7 Sol

La duración del día en Alpacoma varía durante el año. En 2019, el día más corto es en junio, con 11 horas y 9 minutos de luz natural; el día más largo es en diciembre, con 13 horas y 7 minutos de luz natural, pronosticada.

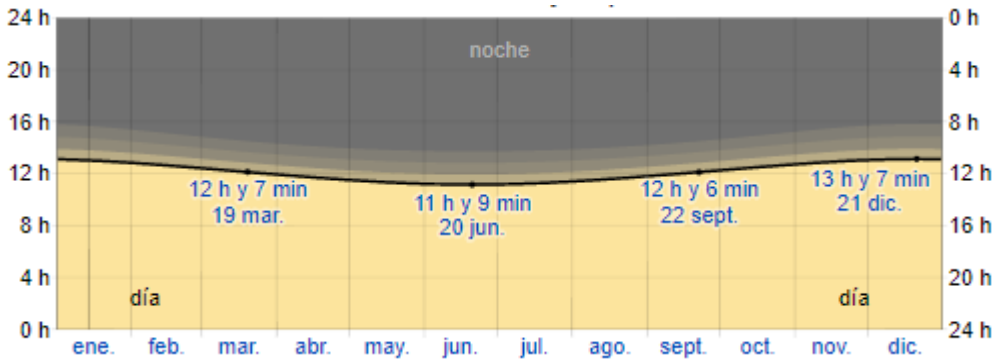


Gráfico A-4 Horas de Luz Natural
Fuente: es.weatherspark.com

La cantidad de horas durante las cuales el sol está visible (línea negra). De abajo (más amarillo) hacia arriba (más gris), las bandas de color indican: luz natural total, crepúsculo (civil, náutico y astronómico) y noche total (Gráfico A-4).

A.4.4.5.1.8 Humedad

El nivel de humedad percibido en La Paz y Alpacoma, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 0 % (Gráfico A-5).

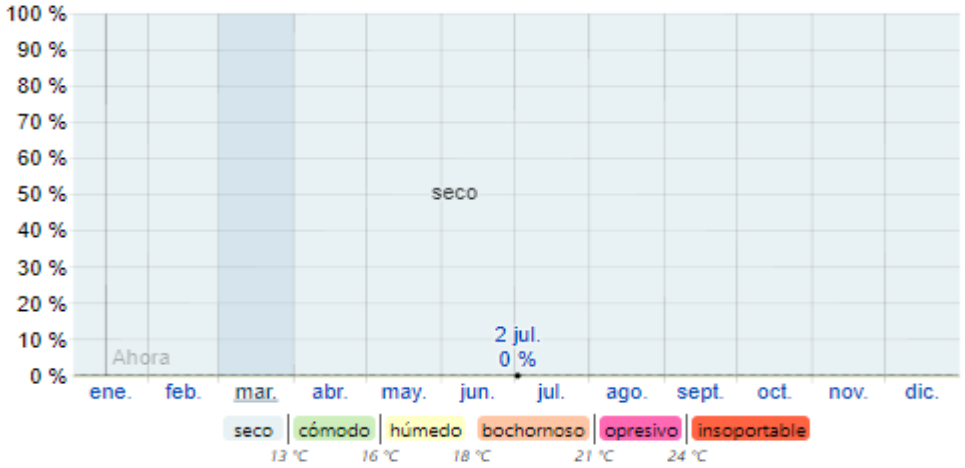


Gráfico A-5 Niveles de Humedad
Fuente: es.weatherspark.com

A.4.4.5.1.9 Viento

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. La velocidad promedio del viento por hora en Alpacoma tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura siete meses y medio, desde agosto a abril, con velocidades promedio del viento de más de 11,3 kilómetros por hora. El día más ventoso tiene una velocidad promedio del viento de 13,0 kilómetros por hora. El día más calmado del año está en mayo, con una velocidad promedio del viento de 9,6 kilómetros por hora (Gráfico A-6).

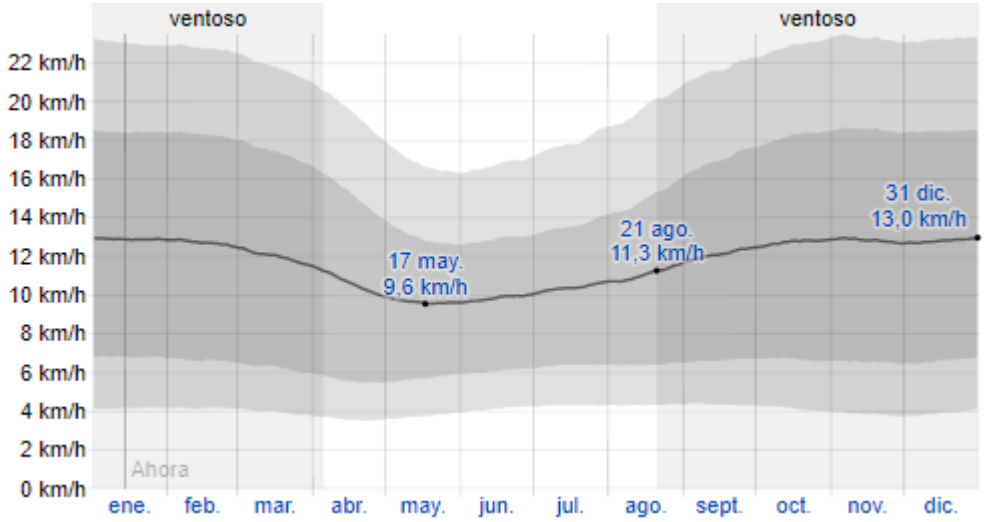


Gráfico A-6 Velocidad Promedio del Viento
Fuente: es.weatherspark.com

La dirección del viento con más frecuencia viene del Este hacia el Noroeste, siendo variable a lo largo del año.

A.4.4.5.2 Geología

A.4.4.5.2.1 Clasificación de Suelos Presentes en el Área

Composición: La geología de la zona está conformada por rocas de edad paleozoica y Cretásica no diferenciadas y sobre éstas, en discordancia, se tiene sedimentos arcillosos consolidados de la Formación La Paz, seguidas de un nivel de toba volcánica denominada Cinerita Chijiñi.

Sobre esta columna estratigráfica se han acumulado una serie de depósitos recientes (retrabajados) como torrentes de barro, coluvios y deslizamientos principalmente.

Los procesos erosivos han dejado profundas huellas en el paisaje con la formación de escarpes semiverticales y cárcavas en los materiales arcillosos de la Formación La Paz y túneles y sifonamientos en los materiales deslizados principalmente.

<u>Uso de suelo</u>

- Actual. Relleno Sanitario
- Potencial: Área recreacional.

Se efectúa el reconocimiento geológico del sector del RSNJ describiendo y evaluando las condiciones geológicas actuales, además se hace una reconstrucción de la geología del sector en una etapa previa

a la implementación de las obras del proyecto del relleno sanitario, esto en base a bibliografía e imágenes satelitales antiguas.

A.4.4.5.2.2 Geología

Se efectúa el reconocimiento geológico del sector del RSNJ describiendo y evaluando las condiciones geológicas actuales, además se hace una reconstrucción de la geología del sector en una etapa previa a la implementación de las obras del proyecto del relleno sanitario, esto en base a bibliografía e imágenes satelitales antiguas.

A.4.4.5.2.3 Fisiografía[4]

El sistema ecológico que rodea al área de emplazamiento del relleno sanitario, está comprendido en la faja de transición del pre puna y el valle seco. La expansión de las actividades humanas, ha modificado dicho sistema.

Geomorfología: Montañosa: x Ondulada. Plana:

Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, actividad volcánica, otros movimientos, etc.:

En el área estudiada, concretamente en ambas márgenes de la serranía de Alpacoma se pueden presentar los siguientes riesgos:

- Reactivación de deslizamientos
- Deslizamientos nuevos
- Asentamientos por licuefacción

A.4.4.5.2.4 Geología Local

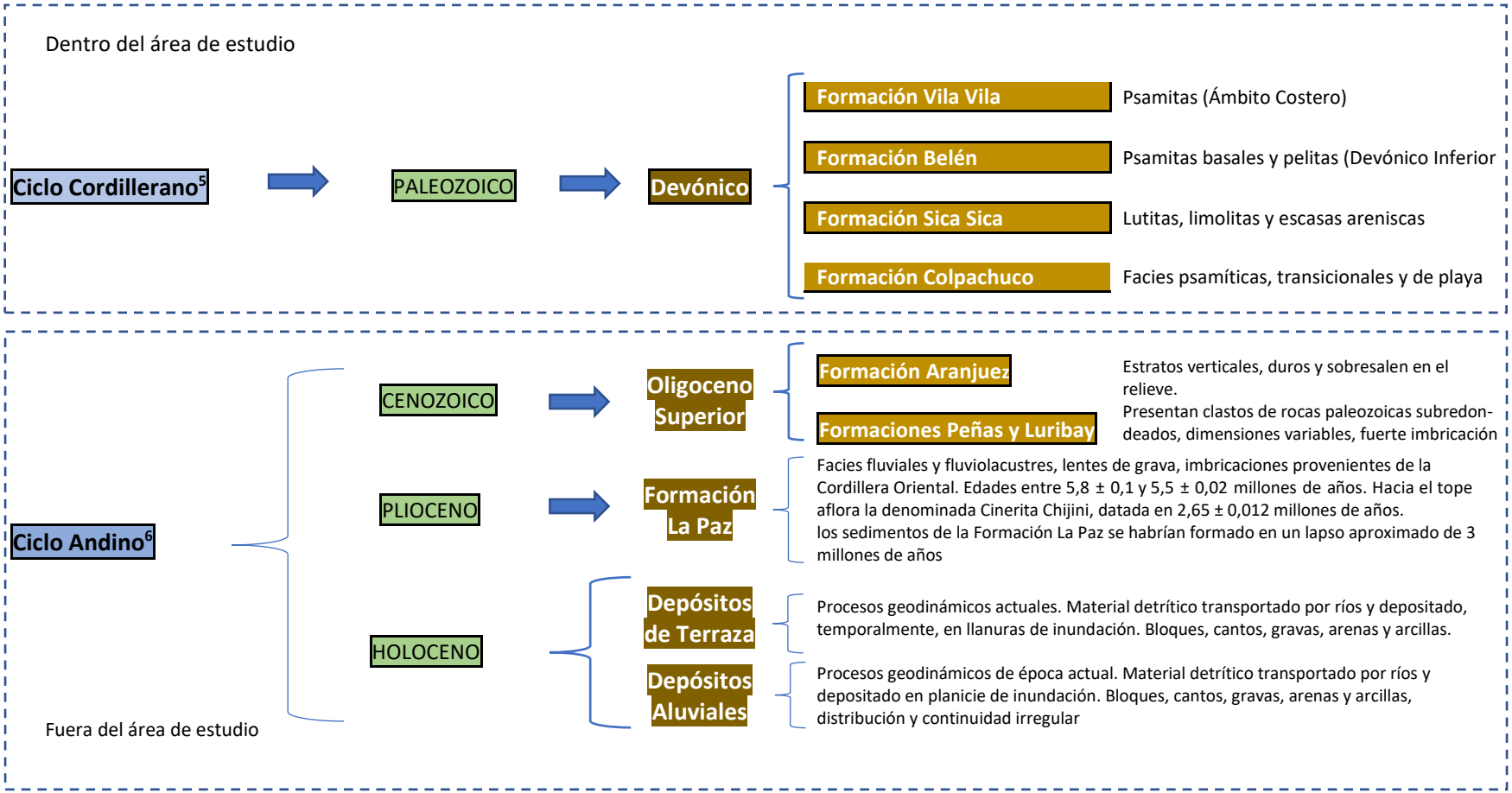
El área del proyecto está constituida por una unidad formacional reconocida en el terreno, la Formación La Paz, además de depósitos recientes producto de diversos factores en su formación (Ver Anexo 13 III – Informe II).

A.4.4.5.2.5 Geología Estructural

En el marco geológico regional el área del RSNJ no se encuentra afectada por ningún trazo de falla activa o de nivel regional. A nivel local, el marco estructural implica solamente a los eventos que perturbaron depósitos de la Formación La Paz. Estos depósitos fueron pasibles a las deformaciones propias de los eventos de la fase Quechuana, durante el Plioceno, la cual, por su carácter compresivo, ocasionó dos sistemas preferenciales de fallamiento con direcciones NE-SW y E-W.

Las características estructurales en la zona del RSNJ corresponden a la presencia frecuente de planos de falla locales, de corta extensión e involucrando desplazamientos de orden decimétrico.

[4] Manifiesto Ambiental, 2010; Punto 2.1.2. Geológicos mineralógicos.



Esquema A-1 Geología Regional – Estratigrafía
Fuente: Elaboración Propia con base en Fuentes que indica

[5] Fuente: Reseña Geológica de carta Geológica de Bolivia, Hoja de La Paz, escala 1:100000. (1995)
[6] Fuente: Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. Geología y Geomorfología. Espinoza F. 2015

A.4.4.5.2.6 Geomorfología

La geomorfología en todo el sector de Alpacoma muestra un paisaje muy accidentado, el cual refleja de alguna manera las condiciones geodinámicas actuales responsables del modelado del terreno, que son la erosión, el transporte y la deposición final. De esta manera, se puede observar diferentes tipos de rasgos geomorfológicos como ser:

A.4.4.5.2.6.1 Farellones o escarpes

Es el rasgo dominante en el sector del RSNJ, corresponde al farellón vertical de 60 m de altura ubicado en el extremo este del área. Al estar este farellón desarrollado en depósitos medianamente consolidados y compuestos por limos, arcillas, arenas y gravas, es sometido a erosión hídrica y eólica, desgastando su superficie de manera continua y pervasiva, presentando surcos y canales verticales de diferentes profundidades.

A.4.4.5.2.6.2 Relieves abruptos

Rasgo propio de toda el área del RSNJ, resultado de la erosión intensa por corrientes de agua y lluvias en terrenos de cohesión bastante dócil como ser los depósitos de remoción en masa antiguos y recientes correspondientes al torrente de barro Achocalla y al deslizamiento Alpacoma.

En estos depósitos las quebradas se desarrollan muy rápidamente y el terreno toma un aspecto muy accidentado, con acanaladuras verticales (cárcavas) y quebradas encajonadas y estrechas, las paredes de estas son afectadas por erosión eólica e hídrica.

La totalidad de este rasgo en terrenos naturales ha sido intervenida por los trabajos de la operación de RSNJ, sin embargo, su identificación previa es muy importante pues es un factor determinante en la instancia de implementación de obras civiles y sus consideraciones geotécnicas y constructivas, se debe mencionar también que los procesos continúan actuando en materiales antrópicos poco consolidados y sin la impermeabilización adecuada.

A.4.4.5.2.6.3 Remoción en masa

Desarrollado en la totalidad del sector de operaciones del RSNJ, comprende el torrente de barro – flujo de detritos Achocalla (en el extremo sur del RSNJ por debajo de la Dorsal Sur) y el deslizamiento Alpacoma (en todo el sector norte y central del RSNJ hasta la Dorsal Sur), este último fenómeno de inestabilidad afectó a los depósitos de materiales finos poco o medianamente consolidados de la Formación La Paz en el sector del área de estudio.

Actualmente no se observan estos rasgos geomorfológicos en el sector, puesto que fueron intervenidos en su totalidad por las operaciones propias del RSNJ, sin embargo, su identificación previa es muy importante pues es un factor determinante en la instancia de implementación de obras civiles y sus consideraciones geotécnicas y constructivas.

Pendientes medianas	Superiores a 10% (5,7°), zonas intermedias de unión entre las terrazas y pendientes abruptas. Sobre las laderas de las cuencas, se encuentran numerosas superficies planas más o menos extendidas, onduladas y accesibles, que corresponden a una antigua remoción en masa de mayor importancia. Entre ellas la zona de Achocalla[7]
Farellones o escarpes	Discontinuos y elevados, se encuentran en todos los tipos de formaciones geológicas, sobre todo las muy cortadas por la erosión. Verticales en sectores donde predominan los limos (Bolognia, Alpacoma, por ejemplo), indicando así que estas formaciones están bien consolidadas[6].
Relieves abruptos	Muy accidentados y están presentes en toda la región, resultan de una erosión intensa torrencial y por las lluvias en terrenos de cohesión débil. Las quebradas se han desarrollado rápidamente y se han juntando ocasionando la desaparición de la antigua superficie topográfica. Aspecto muy accidentado, crestas dentadas, chimeneas, acanaladuras subverticales, quebradas encajonadas y estrechas. Sin vegetación, la que no puede desarrollarse sobre las paredes erosionadas por las lluvias y el viento. Están afectados los depósitos de remoción en masa antiguos y recientes como los de Achocalla y Alpacoma[6]
Remoción en masa	**Remoción en Masa Antigua.** Siguió a las últimas glaciaciones, la remoción en masa de sectores muy extendidos, ha sido, el proceso más activo en la elaboración de la cuenca del valle de La Paz. Hay tres grandes épocas de extensos eventos en relación con las fases de erosión glacial y torrencial en el valle de La Paz. Primera: Pampahasi, desarrollada en los valles del Norte y Este. Segunda y tercera (Post-Miraflores) posteriormente al depósito de las gravas Miraflores, después del retroceso de la última glaciación considerada la época de remoción en masa con mayor importancia[6].
	Torrente De Barro – Flujo de Detritos de Achocalla Es una de las geoformas más impresionante en Sudamérica. Teoría 1: Movimiento en masa gigante o una serie de episodios en masa (postglaciales) bloqueando temporalmente el curso del rio La Paz generando un lago denominado Calacoto. Teoría 2: Formado por el drenaje catastrófico de un lago glacial (lago Carrasco), no es estrictamente un torrente de barro, más bien un relleno de valle por flujos de detritos. Esta teoría es muy aceptable y quizás está relacionada a procesos sísmicos ocurridos en el valle de La Paz[8]. Bloques de cinerita en la parte basal, todos los depósitos del Altiplano (limos predominantes, arcillas, gravas, cinerita), paquetes cuya estratificación está más o menos perturbada. Los ríos han lavado en gran parte estos materiales y localmente pueden observarse las rocas que infrayacen a estos depósitos, en la base del torrente, Superpuestas a rocas del Devónico se encuentra grava estratificada con fragmentos de granito, se observan lentes de arena y grava, la parte superior está esencialmente compuesta por limo y arena muy fina con bloques y fragmentos de la Cinerita Chijini distribuidos muy irregularmente a lo largo de todo el torrente.
	Remoción en Masa Reciente y/o Actual Deslizamientos de tipo rotacional y deslizamientos compuestos. Se encuentran en todas las laderas del valle de La Paz. Algunos de ellos estables y otros se activos. Se clasifican según el tipo (derrumbe, deslizamiento, flujo de tierra, hundimiento, mazamorras, etc.) con aspectos y características muy diversas. Márgenes de los ríos y quebradas afectando considerablemente las formaciones desplazadas antiguamente. (Ejemplo: partes inferiores de los flujos de Achocalla, Llojeta, Alpacoma)[6].
Quebradas	**Quebradas aisladas** Son bien delimitadas, más o menos profundas, alargadas según la línea de máxima pendiente. Ejemplos característicos de una erosión lineal juvenil, significa que evolucionan cada año. Encajonadas en las terrazas de grava, o en remoción en masa antigua como ser los sectores de Achocalla, Alpacoma.
	Quebradas desarrolladas Cuando existe desde un cierto tiempo, desarrolla ramificaciones hacia los lados y hacia la naciente, tomando un aspecto dendrítico. Erosión regresiva rápida en materiales poco consistentes y gravosos. Desarrolladas igualmente en los flujos de tierra antiguos pero ramificados con menos fineza[6]
Pseudo-karst	Las formaciones geológicas retrabajadas como los flujos de terrenos antiguos (Achocalla, Mallasa, Llojeta) presentan paisajes dentados espectaculares de tipo "kárstico", con sumideros, pozos, cárcavas, túneles, crestas cortadas. Este aspecto es debido a la erosión, por las aguas subterráneas, que se produce por ablación lenta de las partes finas del terreno en profundidad y, en segunda fase por el arrastre de materiales en los canales subterráneos y pozos naturales. (Figura A-14) Etapas de formación de los pseudo-karst)[6].

Esquema A-2 Geomorfología
Fuente: Elaboración Propia

[7] Plan de Desarrollo Urbano. Consultora BRGM-BCEOM-PCA. Tomo I
[8] Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Geología y Geomorfología. Espinoza, F. 2015

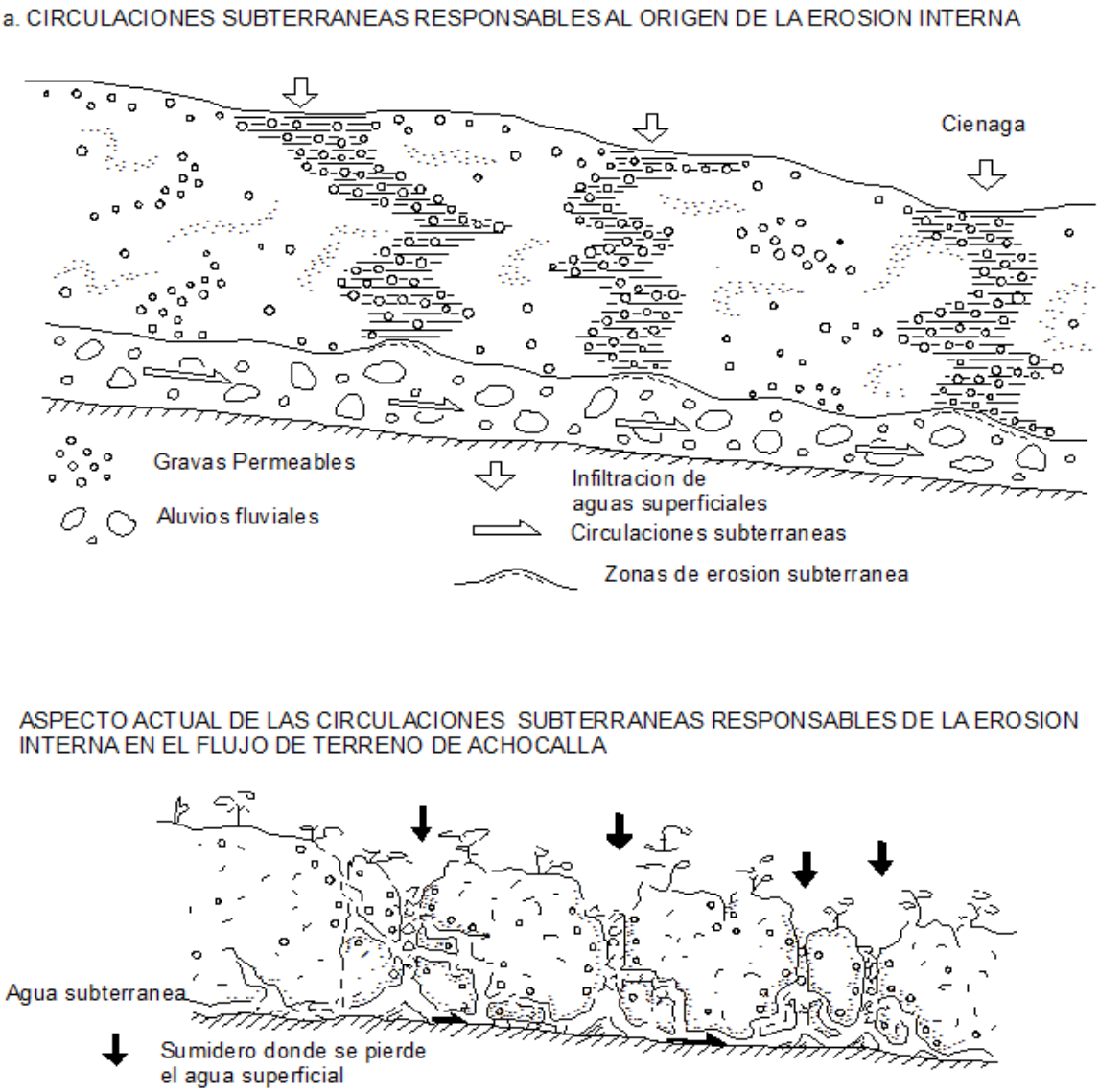


Figura A-14 Etapas de formación de los pseudo-karst
Fuente. Plan De Desarrollo Urbano - Ciudad De La Paz. Tomo 1, 1978

Formación Sica Sica	Rocas sedimentarias, de edad Devónico inferior a medio (Emsiano – Eifeliano, 407,6 ± 2,6 M.a a 393,3 ±1,2 M.a.)	A lo largo de la quebrada Alpacoma
Formación La Paz	Materiales sedimentarios de origen lacustre y fluviolacustre de edad Pliocena (5,8 ± 0,1 M.a. Toba Cota Cota a 2,65 ± 0,012 M.a. Toba Chijini) correspondientes a la unidad inferior de la Formación La Paz.	Extremo sur del RSNJ, depósitos arcillo-limosos, lentes de gravas hasta 5 m., polimícticas, matrix soportadas, clastos subredondeados de cuarcitas, pizarras y granito, diámetro variable, (aprox. 60 cm. Matrix arenosa, limosa, de tonalidades grises.
		El sector Este del RSNJ muestra la secuencia de la Formación La Paz más completa del lugar, inaccesible en casi la totalidad del corte.
		Se observa que intercalan en la secuencia de limos y arcillas niveles de gravas finas a medias medianamente consolidados, de coloración marrón, con 20 a 50 cm de espesor, es posible apreciar localmente estratificación cruzada en estos niveles gravosos.
Torrente de Barro – Flujo de Detritos Achocalla	Compuestos por gravas, arenas, arcillas, no seleccionados, poco consolidados, de color canela y ocasionalmente muestran estratificación gruesa. Lentes de arena y grava.	A lo largo de Achocalla y en el extremo sur del área del RSNJ, materiales correspondientes a los torrentes de barro – flujos de detritos. Los ríos lavaron gran parte y aún se observan remanentes suprayaciendo a depósitos de la Formación La Paz. Fueron intervenidos y removidos casi en su totalidad en el sector sur del RSNJ.
Depósitos Aluviales	Compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas sin seleccionar y no consolidados	Presentes en el piso de la quebrada Alpacoma. En precipitaciones cotidianas es importante el aporte de sedimentos finos en este curso de agua, dando un carácter de inaccesible a todo el piso de la quebrada Alpacoma
Dorsal Sur	materiales pertenecientes a la Formación La Paz, conformando un alto topográfico con dirección W-E, dominando el sistema de drenaje y de deposición y estabilización de materiales de deslizamientos ocurridos en el sector	Rasgo geológico y geomorfológico ya inexistente en el área del RSNJ (debido a la modificación del terreno) de gran importancia en el contexto geológico-geotécnico "Dorsal Sur". En áreas bajas colindantes se encontraban los depósitos del torrente de barro – flujo de detritos Achocalla. No es posible efectuar descripciones e interpretaciones precisas que describan de mejor manera a este rasgo morfológico y sus orígenes debido a su completo recubrimiento por los materiales antrópicos del RSNJ
Depósitos de Deslizamientos Recientes	Depósitos de un evento de deslizamiento en materiales de la Formación La Paz – sector de RSNJ	"Deslizamiento Alpacoma", carácter rotacional, escarpes principales en el norte del RSNJ. Comprometió los depósitos de la Formación La Paz, desplazándose con dirección a la quebrada Alpacoma, hallando su cuña en la Dorsal Sur. Los materiales originados por este evento se encuentran modificados por los trabajos propios del RSNJ no pudiendo hacerse descripciones e interpretaciones en campo.
Depósitos Antrópicos	Los depósitos deslizados de la Formación La Paz, fueron parcialmente retirados y modificados en la totalidad del área.	La totalidad del área de interés ha sido intervenida por obras civiles, modificando totalmente las características de los suelos y su morfología. Es así que los depósitos recientes corresponden a residuos sólidos de diversa naturaleza, intercalados con materiales arcillosos, lixiviados y materiales propios de accesos camineros e infraestructura civil. Los taludes han sido modificados mostrando en la actualidad ángulos inferiores a los 45°.

Esquema A-3 Geografía Local – Estratigrafía
Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.5.2.6.4 Red de Drenaje Natural

A continuación, se describe la red natural de transporte gravitacional de agua, sedimento o contaminantes, tomando en cuenta el fuerte control de la litología del terreno en el sector del RSNJ. También se efectuará un análisis multitemporal en base a imágenes satelitales (años 2004, 2005, 2014 y 2018) de la intervención por las obras propias de la operación del relleno y su afectación a la red natural de drenaje.

A la actualidad la red de drenaje Natural fue afectado por las obras del Relleno Sanitario, el área de intervención se amplió, abarcando más terreno al sur, con un 100 % de afectación a los cauces fluviales naturales. Debe hacerse notar que los procesos de infiltración y erosión de materiales y residuos sólidos nada o poco consolidados, nada o poco impermeabilizados continúan, pudiendo llegar a afectar las obras civiles situadas por encima de los antiguos cauces fluviales, creando zonas de debilidad en estos.

AÑO 2004	El año 2004 observamos un drenaje de tipo dendrítico, con numerosos afluentes que desembocan en dos quebradas dominantes y profundas, la primera situada al este del área del RSNJ colindante al farellón y paralela a este, la segunda que discurre por el actual límite oeste del RSNJ, con dirección norte sur, ambas quebradas inician en el extremo norte del área de estudio y captan la escorrentía de toda el área, tienen como nivel de base la quebrada Alpacoma ubicada al sur del área de estudio. En esta instancia la intervención por obras civiles en el sector era puntual no afectando a la red de drenaje natural. Por las condiciones litológicas (depósitos finos poco o medianamente consolidados) y las condiciones geomorfológicas (zona de deslizamiento) la mayor parte del agua proveniente de las lluvias no cae directamente en los cauces fluviales, sino que se infiltra en el suelo no consolidado erosionando la zona de materiales más débiles formando numerosas cárcavas y de estas se filtra a los dos canales fluviales principales. Red de drenaje para el año 2004, en área del RSNJ).
AÑO 2005	El año 2005 observamos que la intervención por obras civiles en el sector se intensifica en el sector norte, afectando las partes altas y nacientes de la red de drenaje natural, no siendo aún significativa en los dos cauces fluviales principales. Los procesos de infiltración en el suelo y residuos sólidos no consolidados y no impermeabilizados, continúan erosionando la zona de materiales más débiles, formando cárcavas, con la consiguiente filtración desde estas a los dos canales fluviales principales.
AÑO 2014	En la imagen satelital del año 2014 observamos que la intervención por obras civiles en el sector abarca un 60 % de la zona, afectando las partes altas, nacientes y los dos cauces fluviales principales de la red de drenaje natural. Se debe tomar en cuenta que, los procesos de infiltración en el suelo y residuos sólidos no consolidados y no impermeabilizados continúan.
AÑO 2018	En la imagen satelital del año 2018 observamos que la intervención por obras civiles en el sector abarca un 80 % de la zona, afectando las partes altas, nacientes y los dos cauces fluviales principales de la red de drenaje natural. Se debe tomar en cuenta que, los procesos de infiltración en el suelo y residuos sólidos no consolidados y no impermeabilizados continúan.
Actualidad	A la actualidad el área de intervención se amplió, abarcando más terreno al sur, con un 100 % de afectación a los cauces fluviales naturales. Debe hacerse notar que los procesos de infiltración y erosión de materiales y residuos sólidos nada o poco consolidados, nada o poco impermeabilizados continúan, pudiendo llegar a afectar las obras civiles situadas por encima de los antiguos cauces fluviales, creando zonas de debilidad en estos.

Esquema A-4 Red de Drenaje Natrural
Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.5.2.7 Geodinámica

Está dominada por procesos de remoción en masa del deslizamiento Alpacoma. Corresponde a un deslizamiento rotacional, escarpes principales en el sector norte del RSNJ, el cuerpo de material perturbado extendido hacia la quebrada Alpacoma teniendo como cuña a la Dorsal Sur. No se conocen las características del plano principal de este evento, sin embargo, por estudios geofísicos anteriores se estima la profundidad de entre 6 a 30 m.

La naturaleza del dinamismo de estos procesos genera las condiciones para la formación de varios planos escalonados dentro del cuerpo mismo del deslizamiento y la presencia de bloques basculados y/o rotados en él. Las condiciones de infiltración en los materiales poco o medianamente consolidados del cuerpo del deslizamiento se generan las condiciones de lubricación de planos, dando carácter de inestable a toda la zona (Figura A-15).

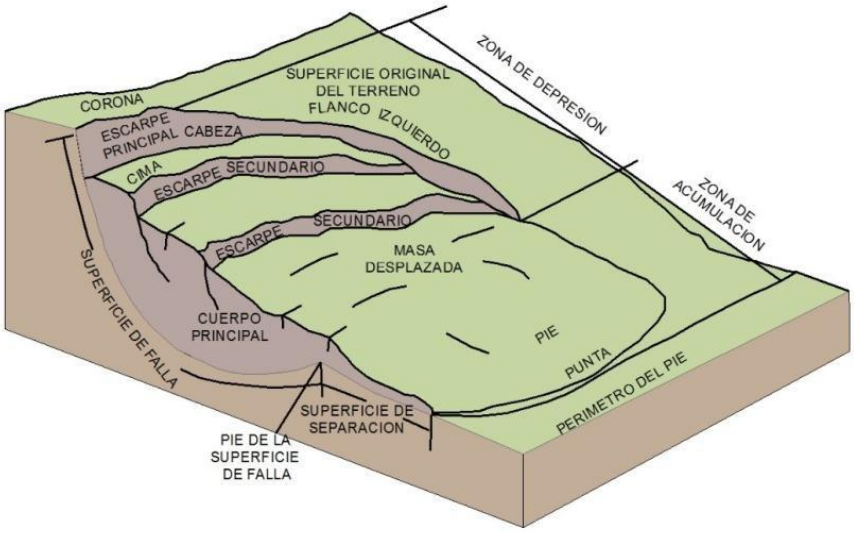


Figura A-15 Diagrama de las partes de un deslizamiento de tipo rotacional
Fuente: "Los movimientos en masa en la Región Andina Proyecto Multinacional Andino, 2007"

A.4.4.5.2.8 Riesgos Geológicos

Los riesgos geológicos actuales en el área del RSNJ son:

- Reactivación de nuevos deslizamientos en los materiales antrópicos poco o medianamente consolidados que componen el sector. Esto debido a taludes mal diseñados, mal conformados o por cortes al pie de talud.
- Caída de bloques de las partes altas de los taludes verticales.
- Remoción en masa de los materiales sueltos producidos por el trabajo con maquinaria en el lecho de la quebrada Alpacoma como parte del plan de contingencias específico para el deslizamiento del RSNJ.
- Caída de bloques o deslizamientos por afectaciones a los taludes naturales producto del trabajo con maquinaria en el lecho de la quebrada Alpacoma como parte del plan de contingencias específico para el deslizamiento del RSNJ.

A.4.4.5.2.9 Identificación de Riesgos de corto, mediano y largo plazo.

De manera general los riesgos en un relleno sanitario están asociados a la afectación de la salud dentro del área de influencia directa e indirecta. El personal expuesto de forma directa representa un riesgo para su salud, el riesgo ambiental está asociado a la generación de lixiviado y la emanación de gases.

Las amenazas que forman parte del análisis de riesgos están representadas por las dos líneas de fenómenos naturales y los producidos por el hombre.

Actualmente, los riesgos en el relleno sanitario Nuevo Jardín fueron minimizados debido a la cubierta de geomenbrana que tiene cubierta el área directa de disposición de residuos sólidos domésticos. Esta reducción de riesgos estará complementada al programa de mantenimiento estricto que se lleve a cabo durante la etapa de Cierre y Post cierre del relleno.

Existe un hecho irrefutable de un evento que fueron factores no controlados que causaron un deslizamiento extremo, falla asociada principalmente a la gestión producida por el hombre; ya que una obra de ingeniería de tal magnitud debería estar sustentada técnicamente para mantenerse estable en condiciones extremas de origen natural.

En todos los casos la estabilidad del relleno sanitario está sustentado en su diseño ingenieril, operación y mantenimiento, a corto plazo el riesgo está asociado al manejo de generación del lixiviado, extremadamente ligado a su tratamiento y disposición final del mismo en condiciones ambientalmente seguras. En el entendido de que parte de su "tratamiento" se desarrolla en el seno de la celda al generar biogás

Un riesgo de corto plazo representa, la saturación de los suelos en época de lluvia, podría afectar principalmente a los depósitos de material detrítico no consolidado y de porosidad media producto de los movimientos en masa, produciendo un aumento de peso y de acuerdo a la pendiente del terreno, reptaciones o posibles flujos violentos de material, comprometiendo la estabilidad del suelo.

La erosión hídrica representa otro riesgo en el **corto plazo**, en la época de lluvias, su intensidad afectara zonas o áreas del suelo donde no se cuenta con cobertura vegetal, obras civiles adecuadas como canales de drenaje. La zona oeste del RSNJ es sensible a este efecto, así como las áreas o bancos de préstamo y disposición de los queques. Durante la época seca, la acción eólica, aunque es menos significativa arrastra concentraciones importantes de partículas de tierra, virus, gases y olores de los bancos de queques, en la dirección prevalente y cambiante del viento.

Estos fenómenos de inestabilidad que podría presentarse en ambas márgenes de la quebrada Alpacoma fueron reducidas debido a las obras civiles de control en el mismo.

Los riesgos en el **mediano plazo** son los deslizamientos de taludes, pueden ocurrir por el grado de incertidumbre en su predicción, rapidez de ocurrencia y área a ser afectada, todos los deslizamientos o movimientos en masa están relacionados con la pendiente de taludes, meteorización y fuerzas de filtración.

Derrumbes causados por socavación al pie de los taludes con pendientes pronunciadas en las quebradas y cárcavas, así como en los afloramientos de la Formación La Paz. Estos derrumbes podrían ser relevantes debido a la caída de uno o varios bloques que ocasionarían daño a las obras previstas para el relleno sanitario cercanos a los mismos y a otros taludes que se encuentran en las partes inferiores.

La erosión subterránea continuará en el futuro en los materiales finos, aspecto que se traducirá en asentamientos por el derrumbe de los sifonamientos y túneles en especial en los sectores ubicados al

borde de los taludes y quebradas. Un control de estos fenómenos es importante, se puede conseguir mediante movimientos de tierras, ligados a programas forestales, así como la elevación paulatina del fondo de las quebradas, medida que permitirá rellenar las cárcavas y túneles con material sedimentario.

La contaminación de aguas subterráneas de la zona por el lixiviado es improbable debido a que su nivel freático se encontraría a 100 metros de profundidad. Pero la humedad como lixiviado que podría estar "generándose" por desplazamiento subsuperficial hacia la parte de inferior o base nivel de la cuenca podría estar causando un cierto grado de contaminación que debe ser manejada y que representa un riesgo en el mediano plazo. Bajo condiciones óptimas la percolación de lixiviado hacia las zonas inferiores de los niveles de desplante del relleno no debería ocurrir.

Los sedimentos de la Formación La Paz que afloran como altos topográficos con escarpes elevados que rodean el relleno sanitario, en cuyas crestas se observan coronas de deslizamiento de diferente magnitud con anchos variables de entre 80 a 300 metros aproximadamente que evidencian la importancia de los mismos, en las que también se observan grietas de tensión abiertas de 10 a 30 cm. de ancho de cierta extensión, alineadas con la cresta de la serranía y cerca de los escarpes de deslizamiento.

Los diversos tipos de materiales producidos por la remoción en masa, serían potencialmente propensos a escurrimiento por fluidez, asociados a precipitaciones pluviales y saturación de los suelos, expuestos en la zona con un contenido alto de elementos finos, arcillas y limos, ya que una vez que se inicia el movimiento las arcillas húmedas podrían hacerse mas plásticas y escurrir fácilmente aun en superficies con pendiente baja.

La zona de Alpacoma está clasificada como área de alto riesgo debido a la alta probabilidad de ocurrencia de deslizamientos. La mayoría de las fallas de talud durante sismos se debe al fenómeno de liquefacción en el suelo granular en condiciones no drenadas, la cual puede ser activada por la repetida aplicación de pequeños incrementos o decrementos de esfuerzos de corte inducidos por vibraciones del terreno asociados con terremotos o explosiones. La pérdida de resistencia es de tal magnitud que momentáneamente el suelo alcanza la consistencia de un fluido pesado y se originan grandes deformaciones.

A.4.4.5.2.10 Sismicidad

El monitoreo y vigilancia de la actividad sísmica en Bolivia es la principal actividad del Observatorio San Calixto (OSC), lo que permite la investigación de la sismología para el conocimiento de la amenaza sísmica en el país.

El mapa de Barazanghi e Isacks (1976) muestra que los sismos superficiales (de 0 m hasta 70 km de profundidad) se sitúan cerca de la costa del Pacífico, y que los sismos intermedios (entre 71 y 230 km de profundidad) están ubicados al este de esta costa, debajo de las cordilleras andinas. También existen sismos superficiales en las zonas de las cordilleras andinas.

La información generada por Gutemberg – Ritcher complementada por publicaciones posteriores ha permitido hacer un mapa de ubicación de los principales sismos situados dentro de un radio de 500 km alrededor de La Paz, este mapa muestra que los sismos importantes más próximos a La Paz están ubicados por una parte a 100 km (o menos) al N de La Paz en la región de Sorata, Mapiri y Consata y por otra parte, a 200 km al SE y S-SW de La Paz, en las regiones de Cochabamba y de la frontera con Chile. Estos sismos son generalmente de una profundidad media, pero algunos pueden llegar a ser superficiales.

El OSC ha publicado recientemente un mapa de sismicidad de Bolivia (2016) en el cuál La Paz se sitúa en una zona 2 (Figura A-16).

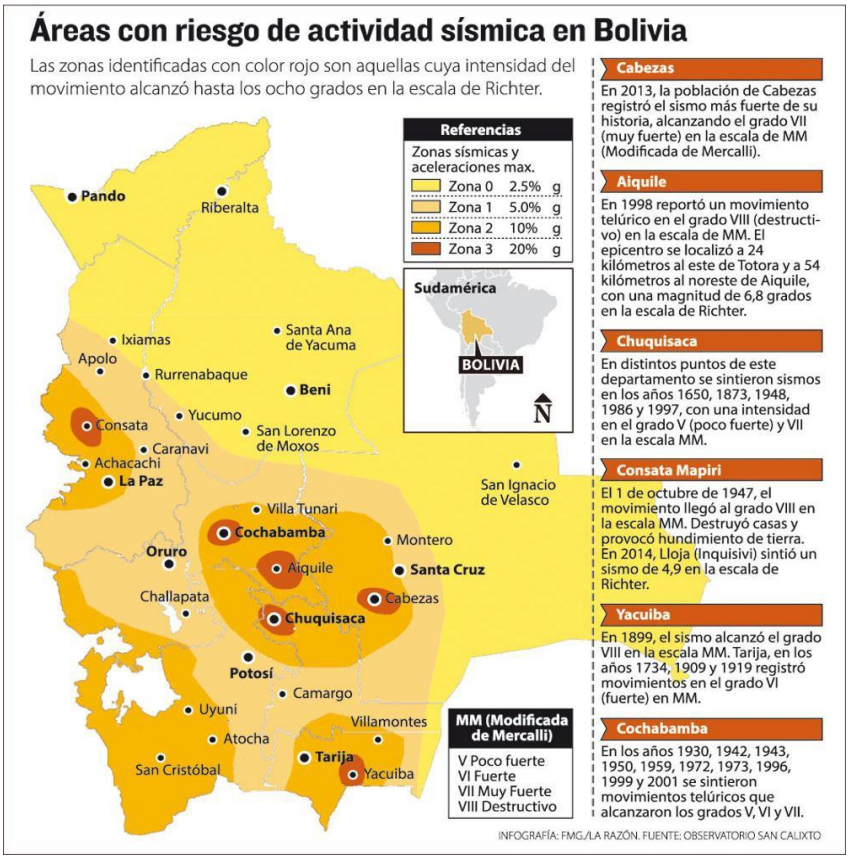


Figura A-16 Mapa de actividad sísmica en Bolivia
La Paz se encuentra en la zona 2, con intensidad alcanzada de movimiento sísmico de VII
Fuente: La Razón/OSC, 2016

En la ciudad de La Paz y sus alrededores, la sismicidad mencionada desde la fundación de la ciudad no es muy importante, pero no está absolutamente ausente. No son conocidos focos de sismos a menos de 60 o 70 km de la ciudad, solo fueron sentidos temblores o sacudidas correspondientes a sismos cuyos focos fueron relativamente alejados de la ciudad.

Los sismos más próximos a La Paz fueron los siguientes:

- En Consata, Mapiri, el 24 de febrero de 1947, magnitud 6.4, destruyó casas y provocó hundimientos y deslizamientos de tierra, el terremoto mató al ganado y destruyó cultivos.
- Zona central de las provincias Iturralde de la Paz y Ballivián del Beni, 9 de junio de 1994, magnitud 8.9, considerado el más fuerte en la historia del país, se produjo a 630 km de profundidad y no dejó víctimas, provocó rajaduras de paredes y movimiento de cabañas en Pando, fue sentido en varias capitales de Sud América, causó muertos en la sierra del Perú y heridos en Río Branco, Brasil.
- Provincia Juan Manuel Pando, 30 de abril de 2014, magnitud 3.6. Sin daños.
- Arequipa, Perú, 01 de marzo de 2019, magnitud 7.0, profundidad de 257,4 km, sentido en la ciudad de La Paz, no se tiene reporte de daños.
- Cliza, Cochabamba, 15 de marzo de 2019, magnitud 6,3, profundidad 358 km, se sintió en la ciudad de La Paz, sin daños.

Todos estos antecedentes indican que la sismicidad en la zona de La Paz es relativamente baja, según catálogos y registros sísmicos nunca fueron localizados epicentros de sismos en el sitio de La Paz y tampoco se sintieron sacudidas más fuertes que la intensidad V de la escala de Mercalli. La intensidad de los temblores más fuertes que podrán ser percibidos en La Paz, correspondería a los grados V o VI, los cuales corresponden a aceleraciones de 0,15 hasta 0,32 m/seg^2.

Estas intensidades no necesitan imponer reglas antisísmicas, ya que todas las construcciones de buena calidad pueden soportarlas. Sin embargo, este riesgo sísmico (intensidad V a VI) incita a evitar construcciones que no estarían en conformidad con las normas correctas, esto es, fundaciones insuficientes o mal ejecutadas, vigas sin continuidad, voladizos, etc.

Se debe tomar en cuenta la influencia de los temblores sísmicos sobre los riesgos naturales: caídas de bloques, hundimientos, derrumbes, deslizamientos y flujos de terrenos, los cuales pueden ser agravados u originados por las sacudidas correspondientes a los sismos[9].

A.4.4.5.3 Estudio geofísico

Se efectuó un estudio geofísico, el método seleccionado fue el Método Eléctrico de Resistividades, conocido como Tomografía Electroresistiva (TER).

Este método geofísico es altamente eficiente en la determinación de zonas con grandes contrastes de resistividad eléctrica y principalmente en medios de muy baja resistividad debido a la presencia de fluidos salinos. Consiste en la inyección de corriente eléctrica y a partir del potencial generado en el mismo se determina la resistencia del suelo. Este valor de resistencia es transformado a un valor de resistividad aparente a partir de una constante geométrica cuya magnitud dependerá del dispositivo empleado y de la separación de los electrodos, tanto de inyección de corriente como de medición del potencial.

Como resultado se construyen secciones en dos dimensiones, para ver los cambios en el subsuelo, luego se utiliza un logaritmo de inversión para conocer la distribución real de resistividades o imagen eléctrica, para poder realizar una interpretación geológica de la sección.

Se ejecutaron ocho líneas TER, cada una con longitud horizontal de 258 metros, con un alcance de interpretación del subsuelo de hasta 80 metros. Tres de estas líneas son continuas con dirección norte – sur y atraviesan longitudinalmente el área del RSNJ desde el sector de la celda 11 hasta la zona del EG-1; otras tres tienen una dirección oeste – este y se ubican entre la macrocelda 4 y el extremo norte de la Dorsal Sur; los dos restantes se encuentran en el extremo sur del RSNJ, tienen dirección noroeste – sureste y se ubican en la zona de banquinas de sostenimiento del EG 1 y por debajo del sector de tratamiento de lodos biológicos. Se detalla la ubicación en la Tabla A-17.

Tabla A-17 Ubicación de perfiles TER

PERFIL TER	INICIO		FINAL		LONGITUD (m)
	COORD E (m)	COORD N (m)	COORD E (m)	COORD N (m)	
TER – 1	593281	8169570	593261,8	8169323,6	258
TER – 2	593261,8	8169323,6	593237,6	8169077,9	258
TER – 3	593237,6	8169077,9	593220	8168833,9	258
TER – 4	593148,6	8169413,5	593402,6	8169366,8	258
TER – 5	593188,8	8169315,6	593433,6	8169226,4	258

[9] Plan de Desarrollo Urbano. Consultoras BRGM – BCEOM – PCA. Tomo 2

TER – 6	593221,6	8169118,5	593465,5	8169044,5	258
TER – 7	593165,6	8168762,9	593317,6	8168574,9	258
TER - 8	592974,5	8168905	593090,5	8168686	258

Fuente: Elaboración Propia

La visualización de la ubicación de estos estudios en el área del RSNJ se muestra en la Ilustración A-6.

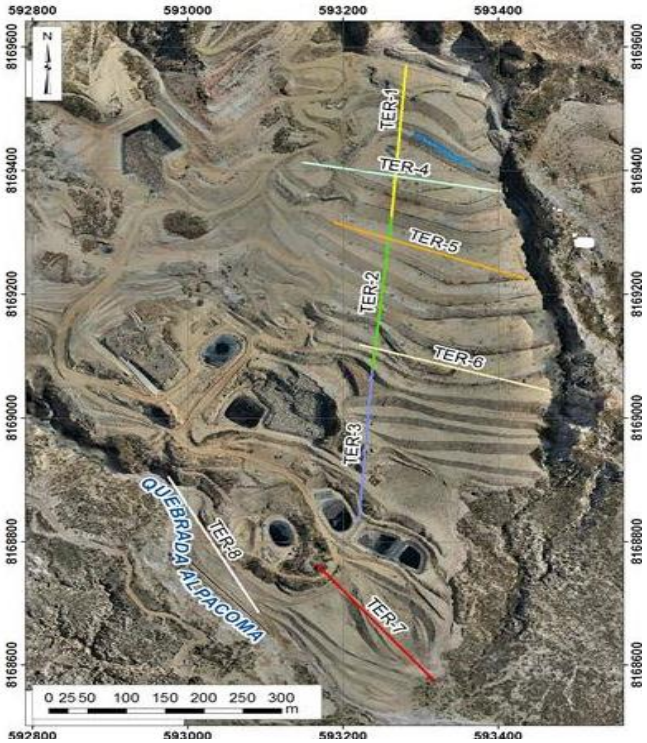


Ilustración A-6 Ubicación de líneas de estudio geofísico en el RSNJ
Fuente: Elaboración Propia, Imagen base: Dron Mavic 2 PRO 2019

La interpretación de los datos dio como resultado la identificación de niveles de materiales de residuos sólidos, arcillas, arenas arcillosas, zonas saturadas por humedad y líquidos (considerando el tipo de terreno del estudio se interpreta que estos líquidos son lixiviados).

A.4.4.5.4 Estudio Geotécnico

A.4.4.5.4.1 Descripción del Macizo Rocoso

Se ejecutaron tres estaciones geomecánicas (EG), todas en el extremo sur del sector del RSNJ y fuera del sector de operaciones de este, se ejecutaron dos EG en el margen derecho de la quebrada Alpacoma y una EG en el margen izquierdo. El detalle de la denominación y coordenadas de ubicación se presenta en la Tabla A-18.

Tabla A-18 Detalle de ubicación de estaciones geomecánicas

ESTACIÓN GEOMECÁNICA	COORD ESTE (m)	COORD NORTE (m)	ALTURA (m)	UBICACIÓN
EG - 01	592974	8168806	3424	Margen derecho de la Quebrada Alpacoma
EG-02	592980	8168845	3426	Margen derecho de la Quebrada Alpacoma
EG-03	592967	8168914	3428,5	Margen izquierdo de la Quebrada Alpacoma

Fuente: Elaboración Propia

La distribución y ubicación de estas estaciones geomecánicas dentro del área del RSNJ se muestra en la Ilustración A-7.

Ilustración A-7 Ubicación de estaciones geomecánicas
Fuente: Elaboración Propia, Imagen base: Dron Mavic 2 PRO 2019

La Lámina A-1, Lámina A-2 y Lámina A-3 muestran en detalle los datos de campo obtenidos, su sistematización y obtención de parámetros finales.

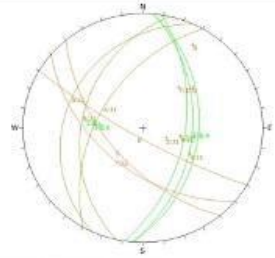
LÁMINA 1	REGISTRO DE ESTACIONES GEOMECÁNICAS	PROYECTO	Auditoría Ambiental por Peligro Inminente del Relleno Sanitario Nuevo Jardín – Municipio De La Paz	ESTACIÓN N°
		FECHA	10-nov-19 X: 592974 Y: 8168806 Z: 3424 DATUM WGS 84	EG-1

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Tipo de Plano	S	S	S	J1	J1	J1	J2	J2	J2									
Dip Dir	95	99	95	300	295	283	220	210	230									
Buzamiento	40	51	45	49	24	36	50	80	57									
ESPACIADO																		
>2000 mm																		
600 - 2000 mm																		
200 - 600 mm							x	x	x									
60 - 200 mm	x	x	x	x	x	x												
< 60 mm																		
CONTINUIDAD																		
< 1 m							x	x	x									
1 - 3 m																		
3 - 10 m																		
10 - 20 m	x	x	x	x	x	x												
> 20 m																		
APERTURA																		
Nada																		
< 0.1 mm																		
0.1 - 1.0 mm																		
1 - 5 mm	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
> 5 mm																		
RUGOSIDAD																		
Ondulación	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa									
JRC	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6									
MET. JUNTA																		
Grado																		
AGUA																		
Seco	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
Liq. Húmedo																		
Húmedo																		
Goteando																		
Fluyendo																		
RELLENO																		
Naturaleza	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox									
Espesor cm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1									

FORMACIÓN GEOLÓGICA:	Sica Sica	EDAD:	Devónico
DESCRIPCIÓN:	Limolitas con intercalación de areniscas de grano fino, color gris en superficie fresca, ocre en superficie expuesta		
GRADO DE METEORIZACIÓN:	III	OBSERVACIONES:	Margen derecho de la quebrada Alpacoma, al sur del RSNJA

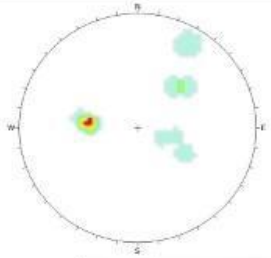
PROYECCIÓN ESTEREOGRAFICA

DIAGRAMA DE PLANOS MAYORES



	Color	Dip	Dip Direction	Label
Unit Planes				
1		40	95	S
2		51	99	S
3		45	95	S
4		49	300	J1
5		24	295	J1
6		36	283	J1
7		50	220	J2
8		80	210	
9		57	230	

ESTEREOGRAMA DE DENSIDAD DE POLOS



Color	Density Concentrations
	0.00 - 3.40
	3.40 - 6.80
	6.80 - 10.20
	10.20 - 13.60
	13.60 - 17.00
	17.00 - 20.40
	20.40 - 23.80
	23.80 - 27.20
	27.20 - 30.60
	30.60 - 34.00

REFERENCIAS:			
	S: Estratificación	Ox: Óxidos	
	J1,J2....: Diaclasas	Q: Cuarzo	

VALOR DE REBOTE DEL ESCLERÓMETRO	S	J1	J2					Media
	5.0 - 25	5.0 - 25	5.0 - 25					5.0 - 25

Observaciones: Aproximación al rango a partir de estimación de índices de campo

FOTOGRAFÍA DE LA ESTACIÓN GEOMECÁNICA

CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

RMR - Según Bieniawski (1989)

	Parámetro	Descripción	Valoración
1	Resistencia a la Compresión Simple (Mpa)	5-25	2
2	Designación de calidad de la Roca RQD (%)	25 - 50	8
3	Espaciamiento de Discontinuidad (mm)	60 - 200	10
4	Longitud de discontinuidad - Persistencia (m)	3 - 10	2
	Separación (Abertura)	1 - 5 mm	1
	Rugosidad	Ligeramente rugosa	3
	Relleno	Blando	0
	Intemperismo	Moderado	5
5	Presencia de agua	Seco	15

RMR = 44

CLASIFICACIÓN: III Media

Estabilidad:	Parcialmente estable
Roturas:	Planar a lo largo de algunas juntas
Probabilidad de rotura:	0,4

Q - Según Barton (1974)

	Parámetro	Descripción	Valoración
1	RQD (%)	25 - 50	25
2	Número de sistemas Jn	3 familias de diaclasas	9
3	Número de rugosidad Jr	Lisas, planares	1
4	Número de alteración Ja	Arcillas blandas	4
5	Factor reducción por agua en discont. Jw	Excavación seca	1
6	Factor reducción esfuerzos - SRF	Tensiones elevadas	0,5

Q = 1,39

CLASIFICACIÓN C Roca mala

OBSERVACIONES:

Lámina A-1 Estaciones Geomecánicas (1)
Fuente: Elaboración Propia

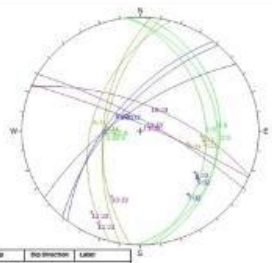
LÁMINA 2	REGISTRO DE ESTACIONES GEOMECÁNICAS	PROYECTO	Auditoría Ambiental por Peligro Inminente del Relleno Sanitario Nuevo Jardín – Municipio De La Paz	ESTACIÓN N°
		FECHA	10-nov-19 X: 592980 Y: 8168845 Z: 3426 DATUM WGS 84	EG-2

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Tipo de Plano	S	S	S	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J3	J3	J3						
Dip Dir	85	92	83	280	273	285	324	308	311	64	83	79						
Buzamiento	32	22	24	57	55	45	69	61	65	23	24	30						
ESPACIADO																		
>2000 mm																		
600 - 2000 mm																		
200 - 600 mm				x	x	x												
60 - 200 mm	x	x	x				x	x	x	x	x	x						
< 60 mm																		
CONTINUIDAD																		
< 1 m				x	x	x	x	x	x	x	x	x						
1 - 3 m																		
3 - 10 m																		
10 - 20 m	x	x	x															
> 20 m																		
APERTURA																		
Nada																		
< 0.1 mm																		
0.1 - 1.0 mm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
1 - 5 mm																		
> 5 mm																		
RUGOSIDAD																		
Ondulación	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa						
JRC	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6						
MET. JUNTA																		
Grado																		
AGUA																		
Seco	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Liq. Húmedo																		
Húmedo																		
Goteando																		
Fluyendo																		
RELLENO																		
Naturaleza	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox						
Espesor cm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1						

FORMACIÓN GEOLÓGICA:	Sica Sica	EDAD:	Devónico
DESCRIPCIÓN:	Areniscas micáceas de grano fino, intercalan niveles de limolita, color gris en superficie fresca y ocre en superficie expuesta.		
GRADO DE METEORIZACIÓN:	III	OBSERVACIONES:	Margen derecho de la quebrada Alpacoma, al sur del RSNJA

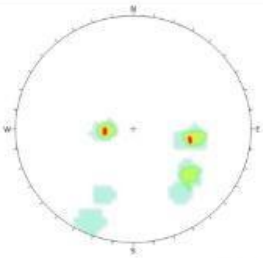
PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA

DIAGRAMA DE PLANOS MAYORES



	Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes				
1		32	83	S
2		22	92	S
3		24	83	S
4		57	280	J1
5		55	273	J1
6		45	285	J1
7		69	324	J2
8		61	308	J2
9		65	311	J2
10		64	63	J3
11		23	24	J3
12		79	30	J3

ESTEREOGRAMA DE DENSIDAD DE POLOS



Color	Density Concentration
	0.00 - 2.80
	2.80 - 5.60
	5.60 - 8.40
	8.40 - 11.20
	11.20 - 14.00
	14.00 - 16.80
	16.80 - 19.60
	19.60 - 22.40
	22.40 - 25.20
	25.20 - 28.00

REFERENCIAS: S: Estratificación; Ox: Óxidos; J1,J2....: Diaclasas; Q: Cuarzo

VALOR DE REBOTE DEL ESCLERÓMETRO	S	J1	J2					Media
	25 - 50	25 - 50	25 - 50					25 - 50

Observaciones: Aproximación al rango a partir de estimación de índices de campo

FOTOGRAFÍA DE LA ESTACIÓN GEOMECÁNICA

CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

RMR - Según Bieniawski (1989)

	Parámetro	Descripción	Valoración
1	Resistencia a la Compresión Simple (Mpa)	25 - 50	2
2	Designación de calidad de la Roca RQD (%)	0 - 25	2
3	Espaciamiento de Discontinuidad (mm)	60 - 200	8
4	Longitud de discontinuidad - Persistencia (m):	1 - 3	4
	Separación (Abertura) mm	0,1 - 1	4
	Rugosidad	Ligeramente rugosa	3
	Relleno	Blando	0
	Intemperismo	Moderado	3
5	Presencia de agua	Seco	15

RMR = 41

CLASIFICACIÓN: III Media

Estabilidad:	Parcialmente estable
Roturas:	Planar a lo largo de algunas juntas
Probabilidad de rotura:	0,4

Q - Según Barton (1974)

	Parámetro	Descripción	Valoración
1	RQD (%)	0 - 25	15
2	Número de sistemas Jn	3 familias de diaclasas y una a	12
3	Número de rugosidad Jr	Lisas, planares	1
4	Número de alteración Ja	Arcillas blandas	4
5	Factor reducción por agua en discont. Jw	Excavación seca	1
6	Factor reducción esfuerzos - SRF	Tensiones elevadas	0,5

Q = 0,03

CLASIFICACIÓN D Roca muy mala

OBSERVACIONES:

Lámina A-2 Estaciones Geomecánicas (2)
Fuente: Elaboración Propia

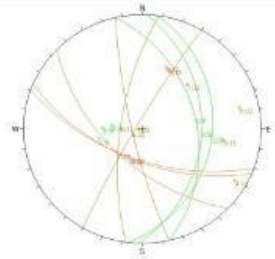
LÁMINA 3	REGISTRO DE ESTACIONES GEOMECÁNICAS	PROYECTO	Auditoria Ambiental por Peligro Inminente del Relleno Sanitario Nuevo Jardín – Municipio De La Paz	ESTACIÓN N°
		FECHA	10-nov-19 X: 592967 Y: 8168914 Z: 3428,5 DATUM WGS 84	EG-3

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Tipo de Plano	S	S	S	J1	J1	J1	J2	J2	J2									
Dip Dir	77	97	92	300	278	257	224	200	203									
Buzamiento	41	29	37	84	69	80	57	60	59									
ESPACIADO																		
>2000 mm																		
600 - 2000 mm																		
200 - 600 mm	x	x	x															
60 - 200 mm				x	x	x	x	x	x									
< 60 mm																		
CONTINUIDAD																		
< 1 m																		
1 - 3 m																		
3 - 10 m				x	x	x	x	x	x									
10 - 20 m	x	x	x															
> 20 m																		
APERTURA																		
Nada				x	x	x												
< 0.1 mm																		
0.1 - 1.0 mm																		
1 - 5 mm							x	x	x									
> 5 mm	x	x	x															
RUGOSIDAD																		
Ondulación	rug	rug	rug	rug	rug	rug	rug	rug	rug									
JRC	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8									
MET. JUNTA																		
Grado																		
AGUA																		
Seco	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
Liq. Húmedo																		
Húmedo																		
Goteando																		
Fluyendo																		
RELLENO																		
Naturaleza	Ox	Ox	Ox	s/r	s/r	s/r	Ox	Ox	Ox									
Espesor cm	10	10	10	0,1			0,1	0,1	0,1									

FORMACIÓN GEOLÓGICA:	Sica Sica	EDAD:	Devónico
DESCRIPCIÓN:	Areniscas cuarzosas de grano fino, masivas, de color gris en superficie fresca y ocre en superficie		
GRADO DE METEORIZACIÓN:	III	OBSERVACIONES:	Margen izquierdo de la quebrada Alpacoma, al sur del RSNJA

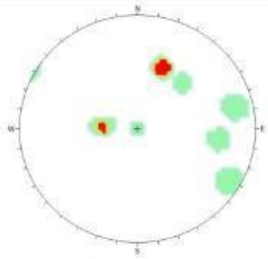
PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA

DIAGRAMA DE PLANOS MAYORES



	Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes				
1		41	77	S
2		29	97	S
3		37	92	S
4		84	300	J1
5		69	278	J1
6		80	257	J1
7		57	224	J2
8		60	200	J2
9		59	203	J2

ESTEREOGRAMA DE DENSIDAD DE POLOS



Color	Density Concentrations
	0.00 - 2.30
	2.30 - 4.60
	4.60 - 6.90
	6.90 - 9.20
	9.20 - 11.50
	11.50 - 13.80
	13.80 - 16.10
	16.10 - 18.40
	18.40 - 20.70
	20.70 - 23.00

REFERENCIAS:			
S: Estratificación	Ox: Óxidos	s/r: Sin relleno	
J1,J2....: Diaclasas	Q: Cuarzo		

VALOR DE REBOTE DEL ESCLERÓMETRO	S	J1	J2					Media
	50 - 100	50 - 100	50 - 100					50 - 100

Observaciones: Aproximación al rango a partir de estimación de índices de campo

FOTOGRAFÍA DE LA ESTACIÓN GEOMECÁNICA

CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

RMR - Según Bieniawski (1989)

	Parámetro	Descripción	Valoración
1	Resistencia a la Compresión Simple (Mpa)	50 - 100	2
2	Designación de calidad de la Roca RQD (%)	75 - 90	8
3	Espaciamiento de Discontinuidad (mm)	60 - 200	10
4	Longitud de discontinuidad - Persistencia (m)	3 - 10	2
	Separación (Abertura)	>5 mm	0
	Rugosidad	Rugosa	5
	Relleno	Duro - no existe	4
	Intemperismo	Moderado	3
5	Presencia de agua	Seco	15

RMR = 49

CLASIFICACIÓN: III Media

Estabilidad:	Parcialmente estable
Roturas:	Planar a lo largo de algunas juntas
Probabilidad de rotura:	0,4

Q - Según Barton (1974)

	Parámetro	Descripción	Valoración
1	RQD (%)	75 - 90	85
2	Número de sistemas Jn	3 familias de diaclasas	9
3	Número de rugosidad Jr	Rugosa	3
4	Número de alteración Ja	Ligeramente alterados	2
5	Factor reducción por agua en discont. Jw	Excavación seca	1
6	Factor reducción esfuerzos - SRF	Tensiones medias	1

Q = 14,17

CLASIFICACIÓN F Roca buena

OBSERVACIONES:

Lámina A-3 Estaciones Geomecánicas (3)
Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.5.4.2 Estudio de Suelos

Se ubicaron ocho pozos de exploración, siete alcanzaron tres metros de profundidad y uno alcanzó cuatro metros y medio. Se realizó la colecta de muestras con cada cambio de material. Se efectuaron ensayos in situ correspondientes a penetración dinámica y pruebas de permeabilidad.

A.4.4.5.4.2.1 Exploración y muestreo

Los pozos fueron ubicados en terreno natural, en materiales deslizados de la Formación La Paz y en afloramientos de esta formación in situ. Están distribuidos en toda el área del RSNJ. Estos pozos fueron excavados a cielo abierto con el fin de obtener descripciones de la litología en el tramo explorado y observar la presencia de niveles con agua en ellos. La excavación de los pozos se suspendió cuando las características de consolidación de los depósitos atravesados ya no permitieron proseguir el trabajo manual.

El detalle de denominación, coordenadas y ubicación de los pozos está resumido en la Tabla A-19.

Tabla A-19 Detalle de ubicación de pozos de exploración

POZO	COORD ESTE (m)	COORD NORTE (m)	ALTITUD (m)	PROFUNDIDAD (m)	UBICACIÓN
SU-01	593192	8169450	3583	3	Aledaño al sector oeste de la macro-celda 4.
SU-02	593127	8169113	3507	3	Al norte del sector de residuos sólidos expuestos.
SU-03	593094	8169767	3665	3	Sur del RSNJ. Aledaño a zona de pozo de aereación.
SU-04	593219	8169458	3585	4,5	Aledaño al sector oeste de la macro-celda 4.
SU-05	593436	8169330	3568	3	Farellón, al extremo este del RSNJ.
SU-06	593476	8169008	3519	3	Relicto de la Dorsal Sur, al extremo este del RSNJ.
SU-07	593072	8169182	3513	3	Al norte del EG 5
SU-08	593215	8168868	3460	3	Al norte del Estanque de lixiviados 1

Fuente: Elaboración Propia

La distribución y ubicación de estos pozos dentro del área del RSNJ se muestra en la Ilustración A-8 Ubicación de pozos de exploración.

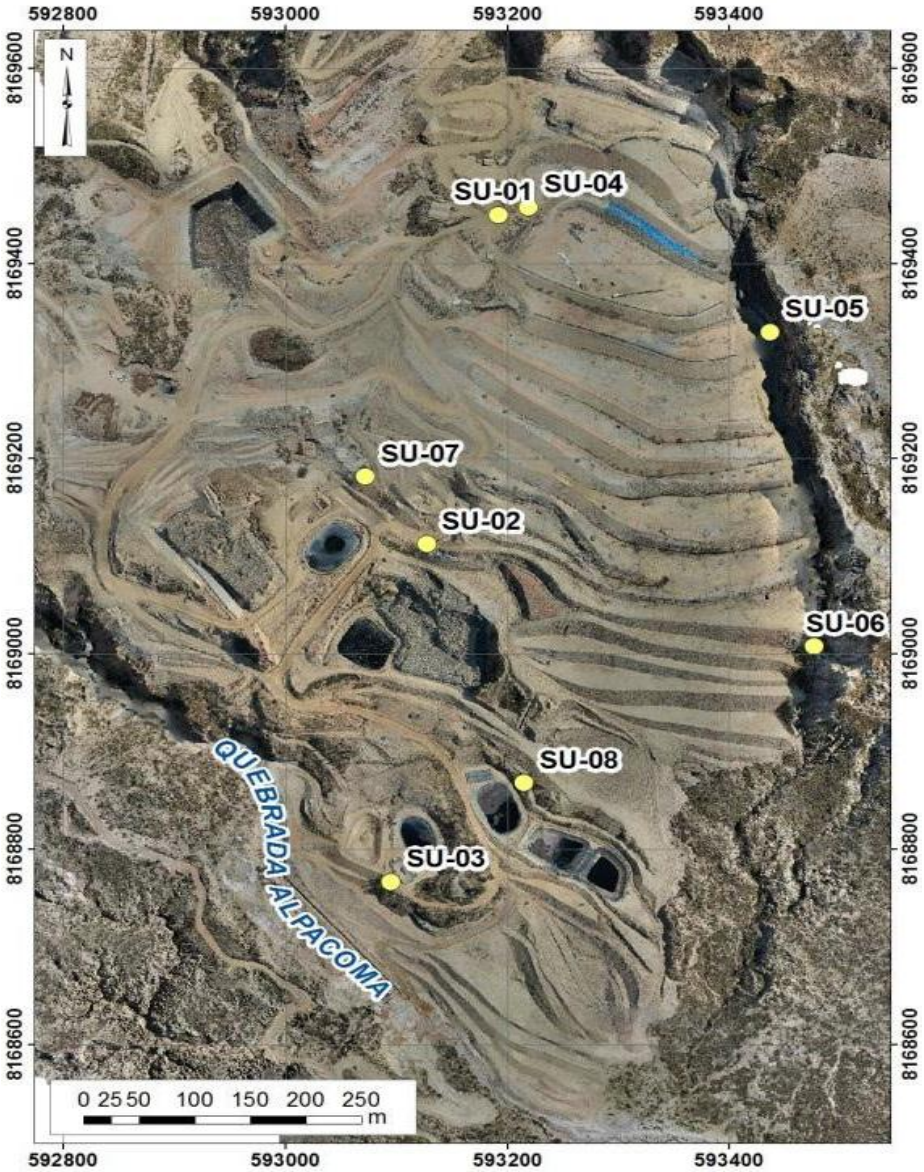


Ilustración A-8 Ubicación de pozos de exploración
Fuente: Elaboración Propia, Imagen base: Dron Mavic 2 PRO 2019

A.4.4.5.4.3 Ensayos in situ

A.4.4.5.4.3.1 Descripción litológica

Tabla A-20 Descripción Litológica de los pozos

POZO	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	TRAMO (m)	LITOLOGÍA
SU-01	Materiales deslizados de la Formación La Paz	0,0 – 0,7	Material de relleno, por arenas, limos y arcillas con presencia abundante de residuos sólidos.
		0,7 – 3,0	Arcillas y limos de color marrón.
SU-02	Materiales deslizados de la Formación La Paz	0,0 – 0,7	Material de relleno, gravas, arenas, limos y arcillas con presencia abundante de residuos sólidos.
		0,7 – 3,0	Arcillas y limos de color marrón.

POZO	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	TRAMO (m)	LITOLOGÍA
SU-03	Formación La Paz	0,0 – 0,8	Material antrópico de color marrón, bioturbado, compuesto por arcillas con raíces, residuos sólidos y restos de plásticos.
		0,8 – 3,0	Arcillas y limos, de color marrón, con ocasionales clastos subredondeados de arenisca y granito, estos clastos tienen diámetros de hasta 10 cm.
SU-04	Materiales deslizados de la Formación La Paz	0,0 – 1,3	Material de relleno, gravas, arenas, limos y arcillas con presencia abundante de residuos sólidos.
		1,3 – 1,5	Nivel compacto, arcillas y restos de plásticos.
		1,5 – 2,1	Material de relleno, gravas, arenas, limos y arcillas con presencia de ocasionales clastos subredondeados de granito. Se observa humedad en el material.
		2,1 – 2,2	Material gris bioturbado, arcillas y limos con abundante presencia de raíces
		2,2 – 4,5	Arcillas y limos con clastos subredondeados de areniscas, pizarras y granito.
SU-05	Formación La Paz	0,0 – 0,4	Material gris bioturbado, arcillas y limos con presencia de raíces. Se observa humedad en el material.
		0,4 – 3,0	Arcillas y limos con clastos subredondeados de areniscas, pizarras y granito. El contacto con un nivel de arena de grano fino, de color gris, bien consolidado, hace inviable a continuación del trabajo manual.
SU-06	Formación La Paz	0,0 – 3,0	Arenas, arcillas y limos con clastos subredondeados de areniscas micáceas y pizarras. A los 2,8 metros se tiene la presencia de filtración de agua en el pozo.
SU-07	Formación La Paz	0,0 – 0,2	Material gris bioturbado, arcillas y limos con abundante presencia de raíces
		0,2 – 0,4	Material rojizo bioturbado, arcillas y limos con abundante presencia de raíces
		0,4 – 0,5	Material gris bioturbado, arcillas y limos con abundante presencia de raíces
		0,5 – 3,0	Arcillas y limos con clastos subredondeados de areniscas y pizarras. A los 2,6 metros hay humedad en el material del pozo.
SU-08	Formación La Paz	0,0 – 0,5	Material gris bioturbado, arcillas y limos con abundante presencia de raíces
		0,5 – 3,0	Arcillas y limos con clastos subredondeados deareniscas y pizarras, material compacto.

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.5.4.3.2 Ensayos de penetración estándar (SPT)

Utilizado para la determinación de las condiciones de compresibilidad y resistencia de suelos, el procedimiento está indicado en la norma ASTM D-1586. El registro de penetración e índice de penetración "N" se obtiene al considerar los golpes necesarios para penetrar los últimos 30 cm de un

total de 45 cm de muestreador; los primeros 15 cm no se consideran, dado que el suelo podría estar alterado por efectos del procedimiento utilizado durante la ejecución de la excavación. La resistencia a la penetración es un indicador de la compacidad de los suelos no cohesivos y de la resistencia de los suelos cohesivos, pues es, un ensayo dinámico de esfuerzo cortante in situ.

Muchos investigadores han intentado realizar correlaciones entre N y la resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos, la dispersión de los datos obtenidos es muy grande, tomaremos como referencia la tabla de propiedades de suelos arcillosos de Hunt, 1984 (Tabla A-21).

Tabla A-21 Propiedades de suelos arcillosos

Consistencia	N	Identificación manual	q_u (kg/cm^2)
Dura	>30	Se marca difícilmente	> 4,0
Muy rígida	15 - 30	Se marca con la uña del pulgar	2,0 – 4,0
Rígida	8 – 15	Se marca con el pulgar	1,0 – 2,0
Media	4 – 8	Moldeable bajo presiones fuertes	0,5 – 1,0
Blanda	2 – 4	Moldeable bajo presiones débiles	0,25 – 0,5
Muy blanda	<2	Se deshace entre los dedos	0 – 0,25

Fuente: Hunt, 1984, en IGME, 1987

Se efectuaron nueve ensayos SPT en cinco de los pozos de exploración, las profundidades fueron de 1,5 m y en el fondo del pozo, de los nueve ensayos efectuados seis corresponden a suelos arcillosos normalmente consolidados con consistencias blanda - rígida y tres a suelos arcillosos sobreconsolidados con consistencia muy rígida.

La Tabla A-22 resume lo resultados obtenidos para estos ensayos.

Tabla A-22 Resumen de ensayos SPT

POZO	PROFUNDIDAD (m)	NÚMERO DE GOLPES SPT	CAPACIDAD PORTANTE (kg/cm^2)
SU-04	1,5	8	0,8
	4,5	14	2,18
SU-05	2,8	25	1,89
SU-06	1,5	18	1,57
	3,0	22	1,76
SU-07	1,5	3	0,25
	3,0	4	0,29
SU-08	1,5	7	0,66
	3,0	4	0,21

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.5.4.3.3 Ensayos de permeabilidad

Si bien no hay una norma establecida para trabajos de estas características en nuestro país, tomaremos como referencia en la Guía Para el Diseño de un Relleno Sanitario. Antioquía, Colombia, 2002 (ver Tabla A-23).

Tabla A-23 Relación entre el tipo de suelo y el coeficiente de permeabilidad (*)

K (cm/s)	10^2	10^1	10	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
Drenaje	Bueno						Malo		Prácticamente Impermeable			

K (cm/s)	10^2	10^1	10	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
Relleno Sanitario	Pésimo									Bueno		
Tipo de Suelo	Grava gruesa (cascajo)		Arena limpia mezclada con grava		Arena muy fina, suelos orgánicos e inorgánicos, mezcla de limo-arenoso y arcilla					Suelo impermeable modificado por efecto de la vegetación e intemperización		
				Suelo impermeable; por ejemplo: arcilla homogénea debajo de la zona de impermeabilización								

(*) = Y su aceptación para drenaje y relleno sanitario

Fuente: Guía Para el Diseño de un Relleno Sanitario. Antioquía, Colombia, 2002
"Guía para el diseño de un relleno sanitario, Jaramillo, 2002"

Se efectuaron dos ensayos de permeabilidad in situ, en dos pozos de exploración, se consideró ejecutar el ensayo en función de los tipos de materiales identificados en los pozos. Ambos valores corresponden a suelos con coeficiente de permeabilidad pésimo para relleno sanitario, esto según la tabla tomada como referencia.

La Tabla A-24 resume lo resultados obtenidos para estos ensayos.

Tabla A-24 Resumen de ensayos SPT

POZO	PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE SUELO	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/seg)
SU-04	4,5	Arcilloso	4,43 E-03
SU-06	3,5	Areno arcilloso	2,66 E-02

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.5.4.4 Otros ensayos

A.4.4.5.4.4.1 Clasificación Unificada

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS (Unified Soil Classification System – USCS) es un sistema de clasificación de suelos utilizado para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Los suelos de granos grueso y fino se distinguen mediante el tamizado del material por el tamiz N° 200, los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicho tamiz y los finos a los que lo pasan, de esta forma se considera que un suelo es grueso si más del 50 % de las partículas del mismo son retenidas en el tamiz N° 200 y fino si más del 50 % de sus partículas son menores que dicho tamiz.

Los suelos se designan por símbolos de grupo, los prefijos son las iniciales de los nombres en inglés de los seis principales tipos de suelos, mientras que los sufijos indican subdivisiones en dichos grupos, como se muestra en la Tabla A-25.

Tabla A-25 Designación de símbolos para suelos

Primera y/o segunda letra		Segunda letra	
Símbolo	**Definición**	**Letra**	**Definición**
G	Grava	**P**	Pobremente graduado (tamaño de partícula uniforme)
S	Arena	**W**	Bien gradado (tamaños de partícula diversos)
M	Limo	**H**	Alta plasticidad
C	Arcilla	**L**	Baja plasticidad
O	Orgánico		

Fuente: Elaboración Propia

Se efectuaron doce análisis de clasificación en los ocho pozos de exploración, se consideró colectar las muestras en función de los tipos de materiales identificados en los pozos, de los doce análisis efectuados ocho corresponden a suelos de tipo CL y cuatro corresponden a suelos de tipo SC.

SUELOS TIPO CL

Son suelos de grano fino, corresponden a arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras. Aptitudes de usos: revestimiento de canales, pero es erodable.

Como consecuencia de la actividad reducida de los minerales arcillosos presentes en estos suelos, a compresibilidad y el hinchamiento de los mismos no presentan magnitudes importantes. Por la presencia de minerales arcillosos de actividad reducida, la resistencia al corte variará de pobre a regular dependiendo de su rigidez y del grado de saturación del material (resistencias al corte pobres serán el resultado de suelos saturados, en cambio, resistencias al corte más altas tendrán su origen en suelos con un grado de saturación bajo y de la presencia de arena o materiales granulares que incrementen la fricción interna del suelo.

SUELOS TIPO SC

Son suelos de grano grueso, corresponden a arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla. Aptitudes de uso: revestimiento de canales, capas de pavimento.

La Tabla A-26 resume lo resultados obtenidos para estos ensayos.

Tabla A-26 Resumen de clasificación unificada de suelos

Pozo	Profundidad (M)	Tipo de Suelo	Descripción
SU-01	3,0	CL	Arcilla de baja plasticidad
SU-02	3,0	CL	Arcilla de baja plasticidad
SU-03	3,0	CL	Arcilla de baja plasticidad
SU-04	1,5	CL	Arcilla de baja plasticidad
	4,5	CL	Arcilla de baja plasticidad
SU-05	2,8	SC	Arena arcillosa
SU-06	1,5	SC	Arena arcillosa
	3,0	SC	Arena arcillosa
SU-07	1,5	CL	Arcilla de baja plasticidad
	3,0	CL	Arcilla de baja plasticidad
SU-08	1,5	CL	Arcilla de baja plasticidad
	3,0	SC	Arena arcillosa

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.5.4.4.2 Cohesión

Se efectuaron dos análisis de cohesión (C) en dos muestras de dos pozos de exploración, los valores corresponden a arcilla semirígida. Se resumen los detalles en la Tabla A-27.

Tabla A-27 Resumen de ensayos de cohesión

Pozo	Profundidad (m)	Cohesión (Kg/cm^2)
SU-04	4,00	0,13
SU-06	2,00	0,11

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.5.4.4.3 Ángulo de fricción

Se efectuaron dos análisis de cálculo de ángulo de fricción en dos muestras de dos pozos de exploración. Se resumen los detalles en la Tabla A-28.

Tabla A-28 Resumen de ensayos de ángulo de fricción

Pozo	Profundidad (m)	Ángulo de Fricción (ϕ)
SU-04	4	2
SU-06	2	3

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.5.4.4.4 Peso específico

Es la relación existente entre el peso y el volumen de una sustancia, el peso específico es el peso de una sustancia por unidad de volumen, viene expresado en kg/cm^3.

Se obtuvieron dos valores de peso específico, en dos muestras de dos pozos de exploración, se resume el detalle en la Tabla A-29.

Tabla A-29 Resumen de ensayos de peso específico

Pozo	Profundidad (m)	Peso Específico (kg/cm^3)
SU-04	4,00	2,023
SU-06	2,00	2,049

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.5.4.5 Perforaciones

En base a la información obtenida con el estudio geofísico apoyado con el reconocimiento de campo se programó la ejecución de un pozo profundo, denominado PP-4, situado en el sector sur del RSNJ, en el sector oeste de las banquinas de apoyo del EG 1.

La finalidad de esta perforación es interceptar un nivel de baja resistividad, a la profundidad aproximada de entre 20 a 25 metros interpretado como la presencia de una zona con lixiviados que podrían estar constituyendo la pluma contaminante.

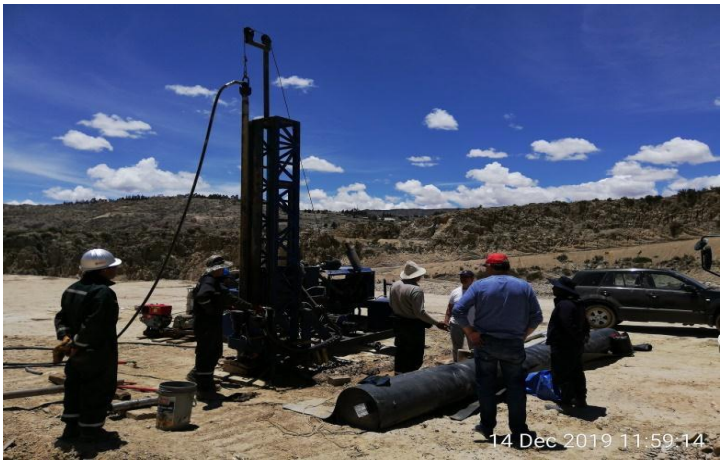
El pozo fue ejecutado mediante sistema de perforación a diamantina, sin recuperación de testigos, con diámetro HQ (diámetro del pozo de 96 mm) y alcanzó una profundidad de 35 metros.

Los detalles de ubicación del pozo se muestran en la Tabla A-30.

Tabla A-30 Ubicación de pozo PP-4

Pozo	Coord E	Coord N	Altura (m)	Diámetro	Profundidad (m)
PP-4	593171,99	8168685,34	3420,5	HQ	35

Fuente: Elaboración Propia



Fotografía A-2 Perforación del pozo PP-4
Fuente: Elaboración Propia

La ubicación de este pozo dentro del RSNJ se muestra en la Ilustración A-9.

Ilustración A-9 Ubicación del pozo PP-4 en el RSNJ
Fuente: Elaboración Propia; Imagen base: Dron Mavic 2 PRO 2019

El detalle de la descripción del pozo se muestra en la Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-31. La representación gráfica de la descripción y el diseño del pozo se muestran en la Figura A-17.

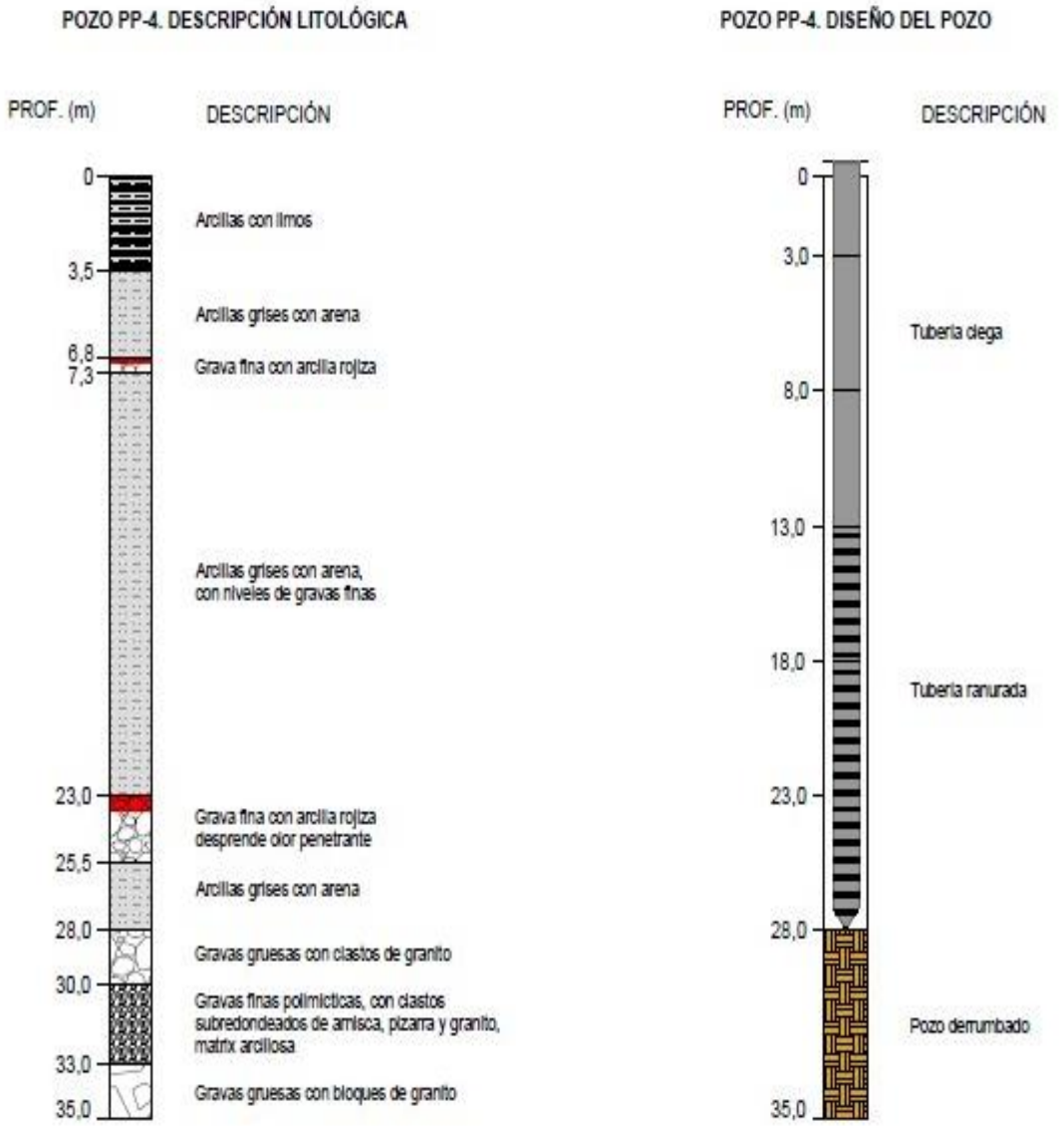


Figura A-17 Descripción Litológica y Diseño de Pozo PP-4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-31 Descripción del pozo PP-4

Profundidad (m)		Descripción
de	hasta	
0	3,5	Arcilla con limo, de color gris.
3,5	6,8	Arena con limo y arcilla de color gris
6,8	7,3	Grava fina a media con matrix arcillosa de coloración rojiza
7,3	23,0	Arena con limo y arcilla de color gris con intercalaciones esporádicas de niveles de gravas finas a medias
23,0	25,5	Arcilla rojiza con gravas medias, el material emite olor penetrante, posible zona con lixiviado.
25,5	28,0	Arena con limo y arcilla de color gris
28,0	30,0	Gravas gruesas con bloques de granito

Profundidad (m)		Descripción
de	hasta	
30,0	33,0	Gravas finas polimícticas, clastos subredondeados de arenisca, pizarra y granito
33,0	35,0	Gravas gruesas con bolones de granito

Fuente: Elaboración Propia

Como puede apreciarse el pozo cumplió el objetivo programado, encontrándose el nivel con bajas resistividades señalado por el estudio geofísico, culminada la perforación se procedió al entubado del pozo de acuerdo a diseño, y se colectaron muestras de agua, el detalle de los resultados químicos y sus interpretaciones se presentan en el capítulo correspondiente a hidrogeología.

Cabe mencionar que se tiene referencia de siete perforaciones ejecutadas por el método de diamantina, con recuperación de testigos, en una etapa posterior al evento de deslizamiento de residuos sólidos de Enero de 2019, si bien esta información procede de una fuente externa y no cuenta con el respaldo del documento técnico se puede destacar que: no se reconocen niveles de flujos de agua en los pozos y que, en las profundidades alcanzadas por estas (hasta 60 metros) no se encontró con evidencias certeras el contacto entre material deslizado de la Formación La Paz y depósitos de esta formación in situ.

A.4.4.5.5 Hidrología

La información empleada para la aplicación de las metodologías mencionadas, fueron la precipitación y temperaturas mensuales, la latitud de la zona en estudio, área de la cuenca y tipos de suelos; después, los parámetros morfométricos de la cuenca (área, longitud del curso más largo, pendiente), número de Curva (CN) característico y ecuaciones de Intensidad-Duración- Frecuencia para la determinación de alturas de precipitación de diseño.

A.4.4.5.5.1 Descripción de la cuenca

La zona de estudio está circunscrita en la microcuenca del río Achocalla, sub cuenca del río La Paz. Esta microcuenca tiene una red de drenaje densa conformada por numerosos riachuelos y quebradas secundarias que drenan aguas de origen pluvial solamente en tiempo de lluvias con caudales importantes, las aguas escurren rápidamente debido a la gradiente del terreno y producen una intensa erosión y socavación vertical buscando su nivel de base local, creando de esta manera canales profundos que se ensanchan sus valles por socavación del pie de sus taludes y deslizamientos frecuentes. Está compuesta por el río Achocalla y la quebrada Alpacoma cuyo nacimiento está a 4113 msnm y recibe un caudal de aguas residuales de El Alto. Su orden de drenaje según Strahler (1957), es por debajo de 4, lo que permite establecer en definitiva una densidad de drenaje media.

Se desplaza según su arreglo espacial, generalmente ajustado a control estructural, litológico y de morfología, en forma restringida o encajonada, o por valles un poco mas amplios cuando el gradiente es menor. La Formación La Paz está presente casi en toda el área está caracterizada por encontrarse afloramientos que se encuentran distribuidos en toda la ciudad del mismo nombre, es considerado basamento de fundación en construcciones civiles, alcanzando un espesor de hasta 700 m.

Litológicamente consiste en capas discontinuas lenticulares de arena, grava, limo, arcillas, que se presentan poco consolidadas, reflejando paleocorrientes. Se puede apreciar que en la base se encuentra material más grueso y en el tope material más fino granular.

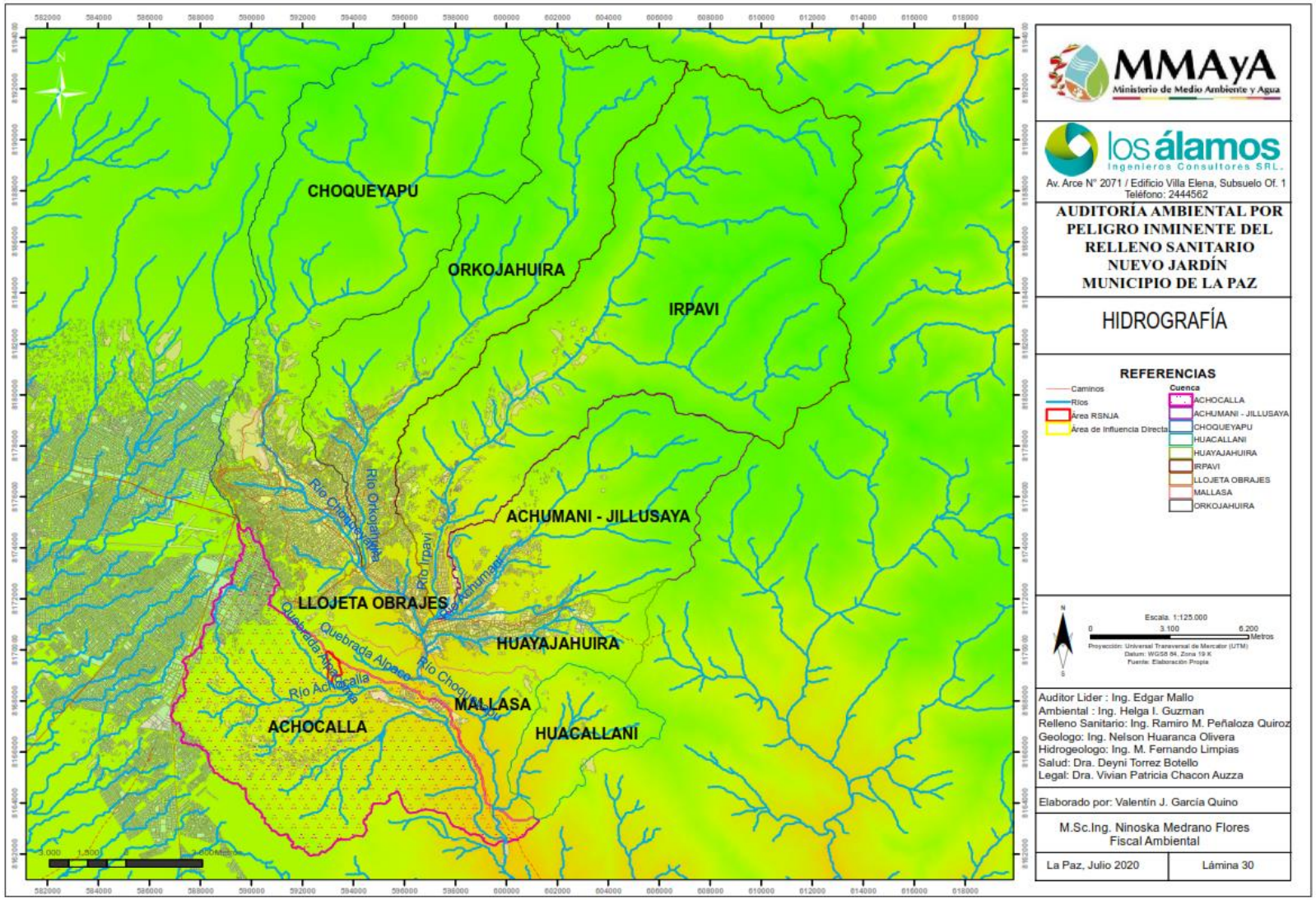


Ilustración A-10 Mapa Hidrográfico
Fuente: Elaboración Propia

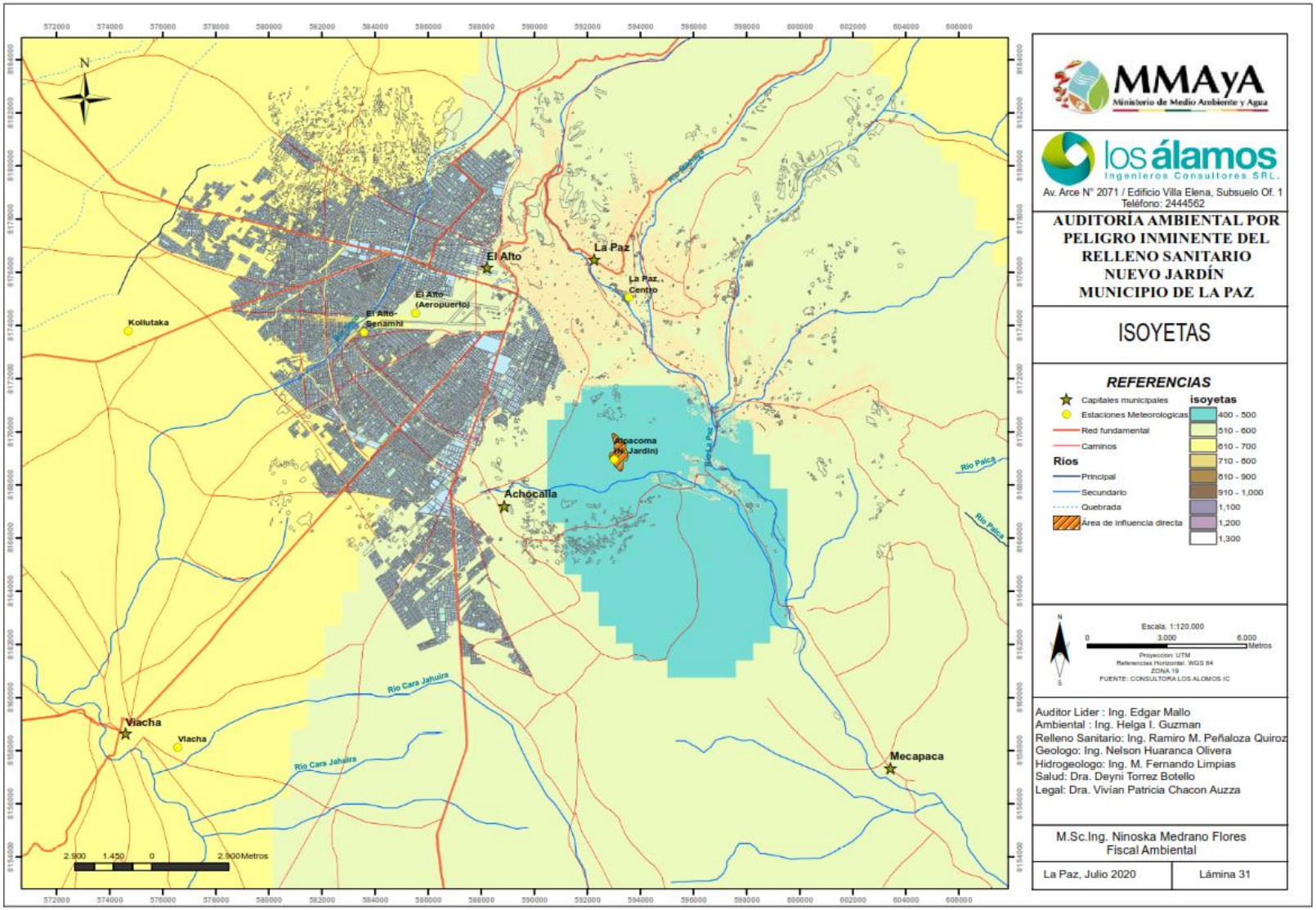


Ilustración A-11 Mapa de Isoyetas
Fuente: Elaboración Propia

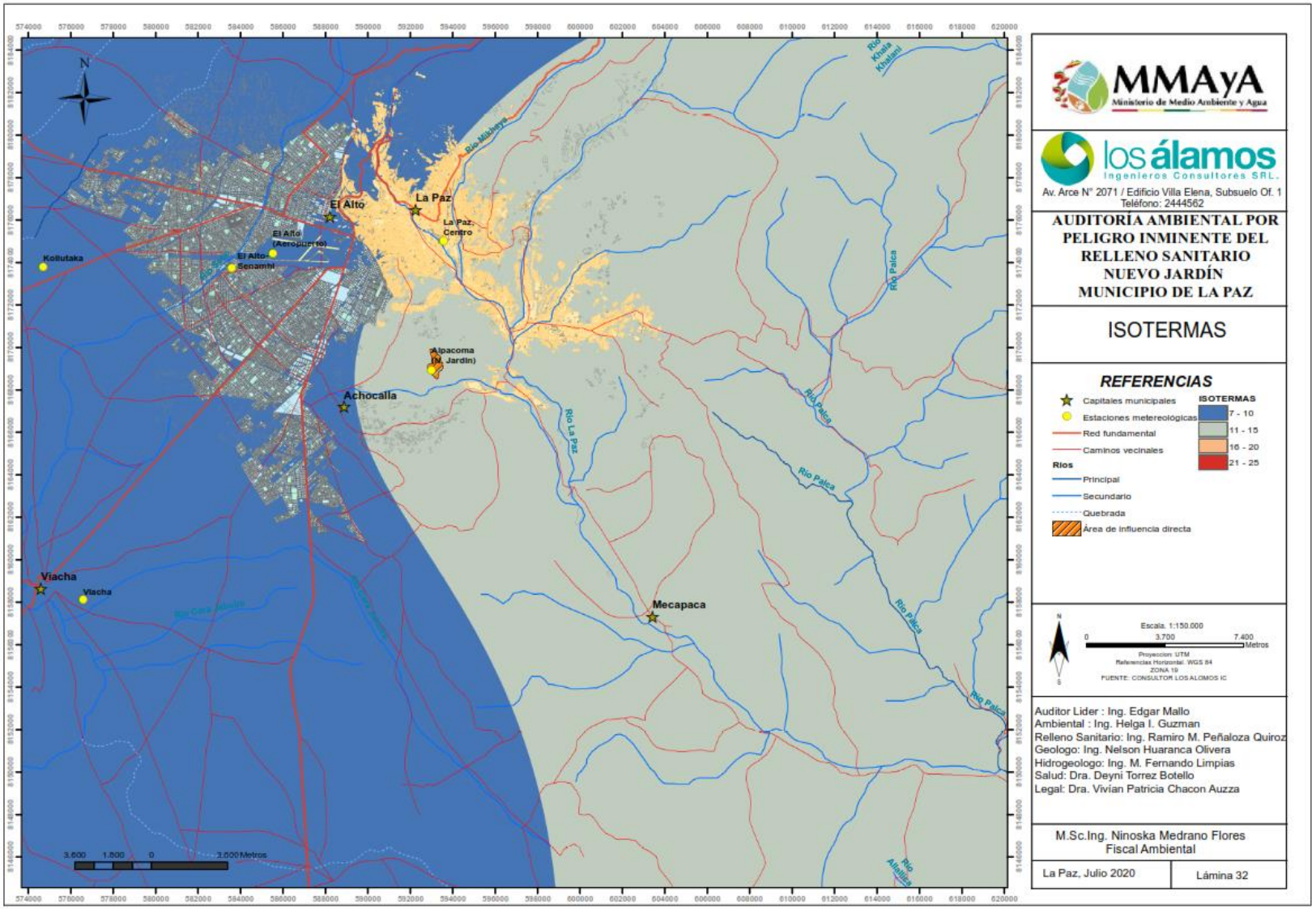


Ilustración A-12 Mapa de Isotermas
Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.5.5.2 Determinación de caudales máximos

La determinación de caudales pico para el posterior dimensionamiento de las obras de drenaje pluvial, disipadores de energía y zanjas de coronamiento, se realiza a través del modelo de simulación de crecidas SCS y las curvas de intensidad duración y frecuencia, ambas metodologías requiere para su empleo información de precipitación, la morfometría de la cuenca y los números de curva para cada complejo suelo-vegetación encontrado en la cuenca.

En la Tabla A-32 se presentan las características morfométricas de las cuencas, considerando su discretización en subcuencas, en la Ilustración A-13 se muestra la red hídrica de la cuenca:

Tabla A-32 Sub Cuencas

Sub-cuenca	Área	Long. Rio	Altura máxima (m.s.n.m.)		Altura mínima (m.s.n.m.)	
	(Km^2)	(Km)	Cuenca	Rio	Cuenca	Rio
Quebrada Alpacoma	5.99	4.71	4036	3957	3394	3394
Rio Alpacoma	24.3	7.43	4036	3842	3394	3394

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de precipitación anual, SENAMHI.

Desde la parte suroeste hacia el sureste del relleno sanitario, transcurre la quebrada Alpacoma, que es un afluente perenne del rio Achocalla, que a su vez descarga sus aguas al río La Paz.

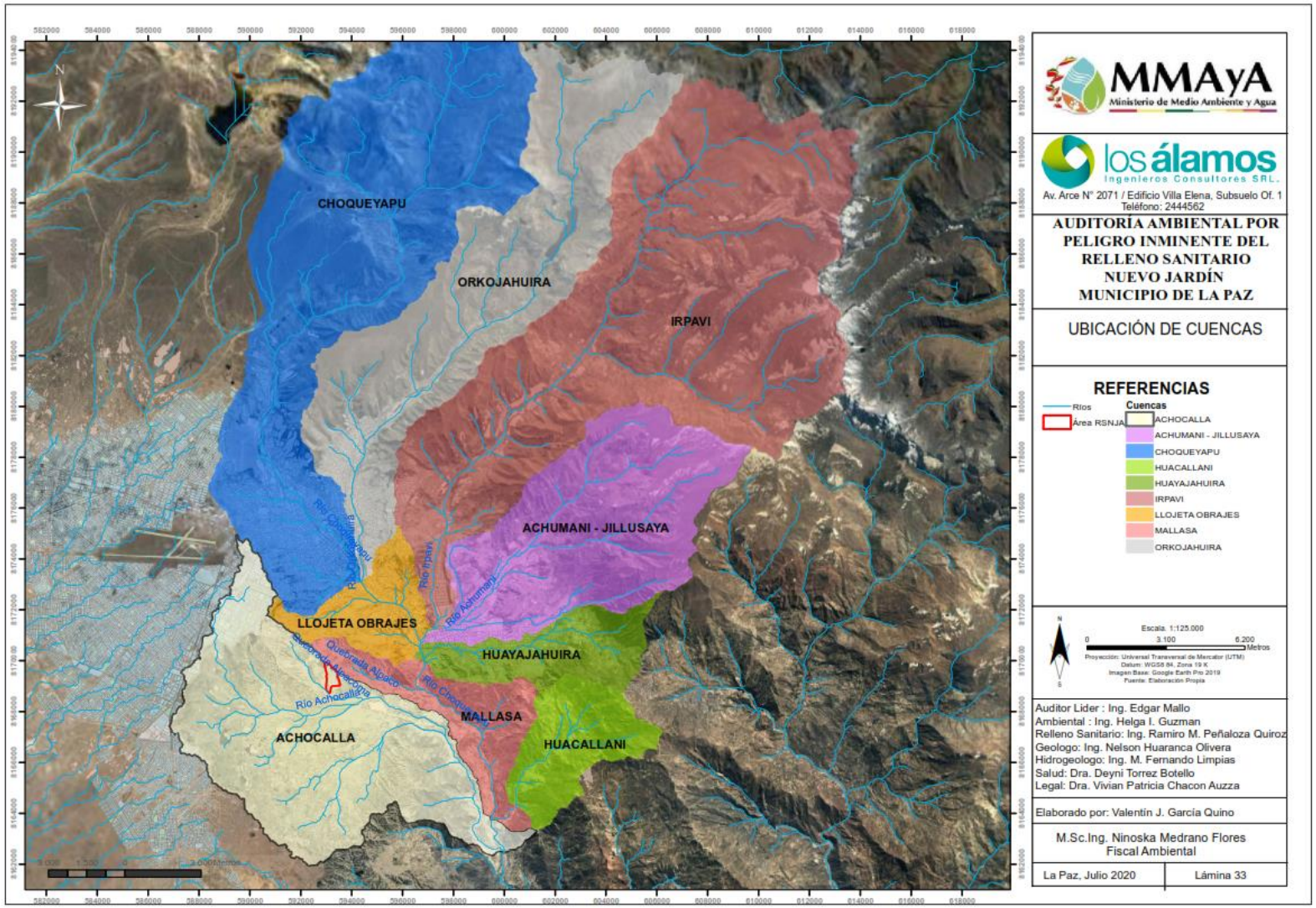


Ilustración A-13 Mapa de Cuencas
Fuente: Elaboración Propia

Determinación del Número de Curva (CN)

Con la ayuda del Arcgis, se superpusieron los mapas de vegetación, suelos, uso y vias de accesos, se emplearon los coeficientes de la Universidad Andina y los mismos que fueron comparados con los Teóricos de SCS California, posteriormente se empleó el método de superposición ponderada, obteniendo en promedio un valor de CN: 68, para una condición hidrogeológica B, predominando las características de los suelos.

Cálculo de Caudales

Por medio del gráfico se puede apreciar el cálculo de caudales para avenidas de 25 a 500 años.

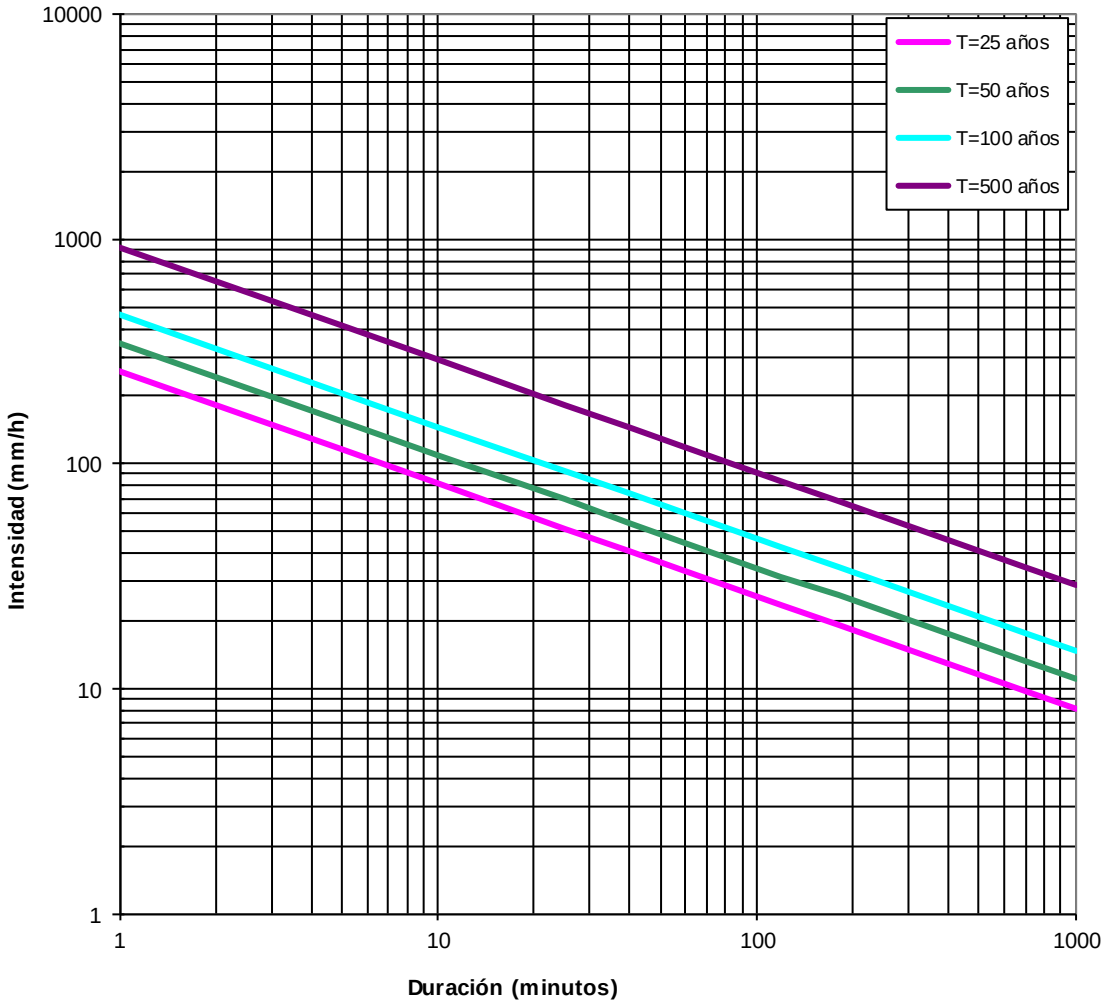


Gráfico A-7 Curvas de intensidad Duración y Frecuencia Estación Achocalla
Fuente: Elaboración propia en base a los datos de precipitación anual, SENAMHI

La intensidad se expresa como el promedio de la lluvia en mm/hora para un periodo de retorno determinado y una duración igual al del tiempo de concentración (Tc) de la cuenca.

Los valores de intensidades se pueden obtener a partir de las curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF) que fueron elaboradas con la estación de Achocalla, mediante el cálculo con las ecuaciones de regresión no lineal (Gráfico A-7). Como se muestra en la siguiente fórmula.

$$I = \frac{k * T^m}{d^n}$$

Donde. k = 65.69
m = 0.424
n = 0.499

El tiempo de concentración Tc puede calcularse usando el modelo de California Culvers, que es esencialmente derivado de la ecuación de Kirpich.

$$t_c = 0.0195 \left[\frac{L^3}{H}\right]^{0.385}$$

$$T_c = 60 * \left[\frac{11.9L^3}{H}\right]^{0.385}$$

Siendo:

Tc en minutos
L es la longitud del curso principal del río hasta el sitio de interés en millas
H es la diferencia de nivel entre el parte agua y el sitio de la estructura en pies.

Las elevaciones del punto inicial y final pueden obtenerse por interpolación de las curvas de nivel de los mapas.

Con esta información se elaboró un excel para ayudar a la obtencion de Caudales probables, como se muestra en la siguente tabla:

Tabla A-33 Cálculo de Caudales Probables (ltr/seg)

Area (ha)	Periodo de Retorno		
	15	25	50
0.25	53.2	57.1	64.00
0.50	106.4	114.3	127.9
1.00	212.8	228.5	255.8

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.6 Hidrogeología

Una compilación de toda la información relevada y procesada es presentada en el Cuadro A-29, donde podemos apreciar, un relleno Sanitario emplazado sobre la Formación La Paz, en general, con diferentes características, superficialmente encontramos arenas – arcillas y limos arcillas:

Cuadro A-29 Características de suelos

Formación La Paz	Presente en todo el paisaje y en todo el farallón	Matriz arcillosa, con presencia pequeños lentes de arenas de grano fino y microconglomerados poco consolidados	Baja Permeabilidad	CL- $4.43x10^{-3}$ SC-$2.66x10^{-2}$
Depósitos Cuaternarios	Al ser constituidos por torrentes de	Composición heterogénea con clastos de areniscas	Permeables	SW-$1.8x10^{-2}$

	barro y masas deslizables se encuentran diseminadas en casi toda el área	hasta 15 cm, con presencia de arenas y materiales finos como arcillas		

La zona hidrológicamente como ya se ha descrito anteriormente, es árida, con un invierno marcado estacional. Un resumen de los diferentes componentes que ingresan y salen del relleno son presentados en la Figura A-18.

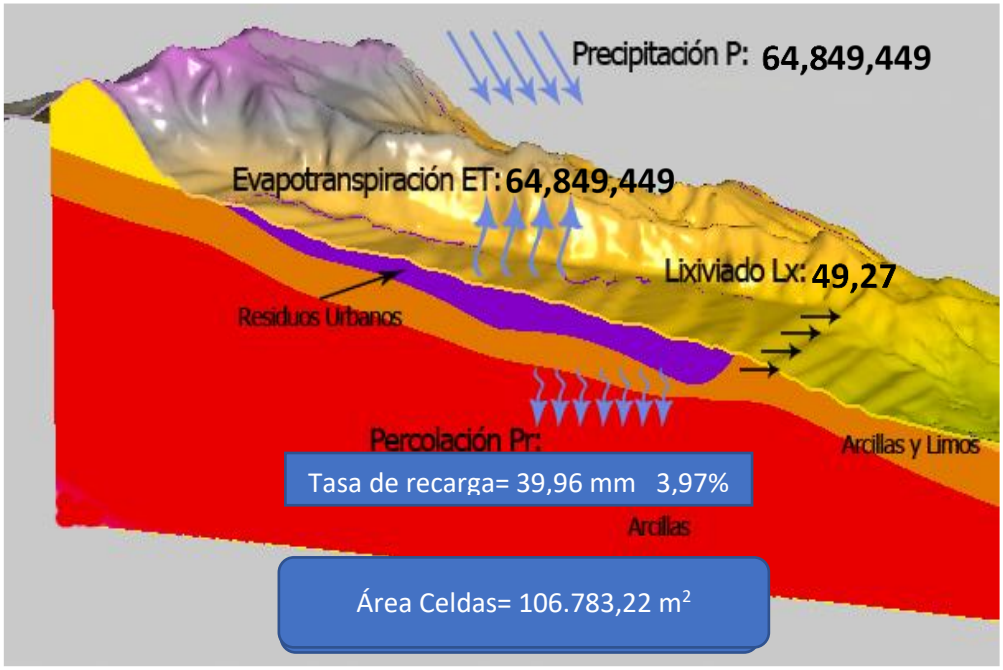


Figura A-18 Componentes de entrada y salida del RSNJ

Fuente: Elaboración Propia

Con toda esta información se procedió a realizar una modelación del flujo y transporte en aguas subterráneas empleando herramientas informáticas, como se pude apreciar en la siguiente figura.

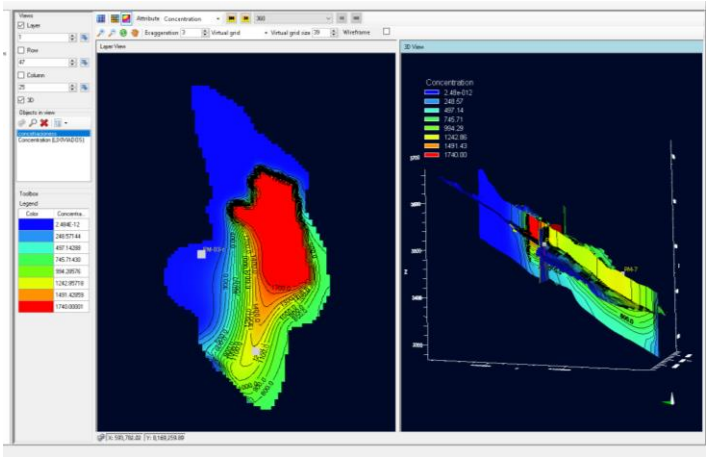


Figura A-19 Modelación de Flujo y Transporte de Aguas RSNJ

Una síntesis, es representada en la anterior figura, dando tips generales, como la zona roja representan todas las macro celdas que contiene una concentración de 1200 mg/l de STD. Se establece una dirección preferencias de flujo subterráneo que puede encontrar, zonas de alta permeabilidad, ayudando movilidad de estos compuestos.

Esta modelación fue realizada Multitemporal, solo para un año, 2019, mostrando mayor detalle en el respectivo acápite del documento principal.

A.4.4.7 Estabilidad de Taludes

Desde el punto de vista geomecánico poder realizar un análisis previo de estabilidad de taludes con distintas metodologías de estudio considerando el de equilibrio límite como uno de los más desarrollados, dentro de este tipo existen diferentes métodos entre los más destacados es el método de dovelas debido a la precisión de sus resultados y facilidad de procesamiento informático. Cabe mencionar que existen diversos métodos de diferentes autores los cuales dan un criterio característico de resolución a cada metodología.

Estas técnicas de estudio ayudan a la toma de decisiones a la hora de hacer seguimiento, planificar y diseñar futuros taludes y o diseñar un sostenimiento de los taludes realizados. Por esto es impórtate realizar un análisis previo y acompañar durante el desarrollo de las labores los estudios correspondientes para la estabilidad de las obras.

Para determinar la estabilidad de las labores se requiere información especifica geotécnica, que describa las características especificas de la estructura implantada, estudios geomecánicos, conocimientos previos y sobre todo la experiencia del ingeniero o técnico encargado de la obra. Este debe de reconocer el tipo de material es decir suelo o rocas, y dependiendo de esto podrá determinar los distintos potenciales de falla o de rotura que puede llegar a generarse.

A.4.4.7.1 Metodología de Estudios

La metodología utilizada en este trabajo consiste en analizar las posibles fallas que pueden experimentar los taludes de 4 casos. Es por ello que se cumplen con los criterios establecidos en lo que se refiere a Factor de Seguridad que es un factor determinante que condiciona a la estabilidad de las labores. Específicamente, se obtendrá el coeficiente de estabilidad que cuenta actualmente la sección estudiada, a partir del análisis de sus parámetros resistentes y su condición mecánica, utilizando estudios geo mecánicos realizados.

Los cálculos realizados se harán con la ayuda del software Slide v.6.0 se efectuarán varias simulaciones que cumplen con los requerimientos solicitados por la entidad contratante.

A.4.4.7.2 Planteamiento del Problema

Verificar la estabilidad de los taludes que forman parte del Relleno Sanitario, y determinar los factores de seguridad estudiados por la empresa Los Álamos Ingenieros consultores en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

Debido a la complejidad de la naturaleza, ningún método de análisis, ni criterio de solución, puede ser considerado como suficiente. Requiriéndose, primeramente, el conocimiento más detallado posible del medio geológico, la geodinámica natural; las actividades y acciones antrópicas del pasado y del presente, medio en el cual se desarrolla el proyecto.

A.4.4.7.3 Objeto

Consiste en realizar un análisis verificación de estabilidad de taludes en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín. Analizando las condiciones iniciales de los taludes (4 Casos) que se consideran de alto riesgo geológico debido a la alta probabilidad de deslizamiento que los caracteriza, según las metodologías de Bishop Simplificado y Fellenius.

Cuando las condiciones de estabilidad no se cumplan, se emplearán modificaciones a la geometría del talud con el objetivo de cumplir los Factores de seguridad analizados y adoptados.

A.4.4.7.4 Alcance

Los tipos de inestabilidad que se analizan en este trabajo son los que se estudian de manera sistemática de los posibles taludes no estables que se pueden generar por los planos de debilidad del propio suelo y macizo rocoso, es decir las roturas por cuña, planar y vuelco. Con estas metodologías de estudio, trabajos de campo in situ y ayuda de herramientas informáticas se estima los posibles casos de rotura los 4 taludes de análisis.

A.4.4.7.4.1 Riesgos Geológicos

En el presente documento, el capítulo destinado a Geología, se incluyen todos los aspectos geológicos, entre los que están los Riesgos Geológicos. En este análisis hemos incluido los pertinentes al modelo utilizado.

- Movimiento de masas por influencia de planos de deslizamiento, nuevos a efecto de incremento presencia de niveles freáticos
- Condiciones de trabajo esforzadas, debido a una sobrecarga no considerada
- Indeterminación de las propiedades y características geomecánicas del talud existente.
- Eventos extraordinarios no considerados, sismos, tormentas lluviosas, nevadas, y otros.

A.4.4.7.5 Análisis de Estabilidad de Taludes

Es importante conocer la densidad de los residuos y su variación en función de la evolución de las propiedades resistentes. Singh y Murphy (1990) y Fassett et al (1994), sitúan los valores de densidad de los residuos en un rango entre 0.30 a 1.50 t/m3.

La estabilidad de taludes se ha calculado mediante un análisis de tipo equilibrio límite, utilizando el modelo computacional SLIDE V. 6.0. Este software realiza análisis del tipo pseudoestático bidimensional, permitiendo calcular el factor de seguridad resultante mediante los métodos de Bishop Modificado, Spencer, entre otros. El análisis considera, en primer lugar, que la plataforma se comporta

como un suelo y que tiene características similares. También se asume que el comportamiento del material obedece al criterio de Mohr-Coulomb.

A.4.4.7.5.1 Estabilidad

Los análisis permiten definir la geometría o fuerzas externas que deben ser aplicadas para aplicar el factor de seguridad requerido. En caso de taludes inestables, los análisis permiten diseñar las medidas de corrección o estabilización adecuadas para evitar nuevos movimientos.

A.4.4.7.5.2 Método de Análisis de Estabilidad

Se basan en un planteamiento físico – matemático en el que intervienen fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras que actúan sobre el talud que determinan su comportamiento y condiciones de estabilidad. Se pueden agrupar en:

- Métodos Determinísticos: estos métodos indican si el talud está estable o no. Consisten en seleccionar los valores adecuados de los parámetros físicos y resistentes que controlan el comportamiento del material para que a partir de ellos y de las leyes de comportamiento adecuadas definir el estado de estabilidad o factor de seguridad del talud. Existen dos grupos método de Equilibrio Limite y método Tenso – Deformacionales.
- Métodos Probabilísticos: consideran la probabilidad de rotura del talud bajo condiciones determinadas. Supone gran dificulta por la cantidad de datos necesarios, dadas las incertidumbres sobre las propiedades de los materiales. Los cálculos de factor de seguridad se realizan mediante iteraciones.

La elección del método de análisis más adecuado en cada caso dependerá de:

- Las características geológicas y Geomecánicas de los materiales (suelos o macizos rocosos).
- Datos disponibles del talud y su entorno (geométricos, geológicos, geomecanicos, hidrogeológicos, etc.).
- Alcance y objetivos del estudio, grado de detalle y resultados que se espera obtener.

En casos como del presente talud, existen limitaciones para definir de forma exacta la estructura del macizo, lo que introduce en las investigaciones un grado de incertidumbre improbable de cuantificar lo cual nos da un método probabilístico. Por lo cual los especialistas adoptan hipótesis tanto en la confección de los perfiles geológicos como geotécnicos, los cuales servirán de base para los análisis de estabilidad y seguridad a una falla por corte en la masa de suelo.

Con los datos obtenidos en laboratorio y otros adoptados por estudios realizados por TERSA y con ayuda del software Slide v.6.0 se realizan estudios de estabilidad adoptando los criterios de análisis Bishop simplificado y Fellenius para los taludes de los 4 casos.

Para poder cumplir con los objetivos, se estimarán las condiciones a las que puede estar sometidos los taludes correspondientes; es decir bajo condiciones estáticas y pseudoestaticas, también se tendrán en cuenta los factores de seguridad considerados para fines prácticos.

Cuando las condiciones de estabilidad no se cumplan, según los criterios adoptados, se empleará modificaciones a la geometría del talud.

A.4.4.7.5.3 Factor de Seguridad

Un factor de seguridad de diseño contra la falla de un talud depende de la magnitud de las pérdidas económicas y de vidas que dicha falla pueda producir. Sin embargo, en el relleno sanitario una falla o deslizamiento provocaría un daño al entorno medio ambiental y la zona de contaminación con mayor

riesgo es la quebrada Alpacoma y esta conduce sus aguas hacia el rio Achocalla, al rio La Paz, confluyendo hasta el rio Beni y luego al Madera.

En la siguiente tabla trata de ilustrar los grados de estabilidad aceptables de los taludes según el tipo de análisis. Estos factores de seguridad pueden variar de acuerdo con la normatividad existente para distintos tipos de talud y para la importancia que su falla tenga sobre los bienes y las personas.

Tabla A-34 Factor de Seguridad según el grado de estabilidad

FACTOR DE SEGURIDAD		NIVEL DE ESTABILIDAD
Estático	Pseudoestático	
1.0 a 1.2	Menor a 1.0	Inestable
1.2 a 2.0	1.0 a 1.2	Estable
Mayor a 2.0	Mayor a 1.2	Muy estable

Fuente: J. Ale Veliz

Para el análisis de estabilidad de los taludes en los rellenos sanitarios, Quian et al. (2002) sugieren un factor de seguridad (FS) mínimo de 1.5 para el análisis de estabilidad. Shafer et al. (2003) sugieren un factor de seguridad para roturas, basado en la interface crítica del sello, en rangos de 1.4 suponiendo gran deformación, interface residual y resistencia de los residuos, a 1,5 suponiendo interface peak y resistencia de los residuos. Para rotura dentro de los residuos se considera un FS de 1.5 como condición final mínima aceptable.

Para condición transitoria, normalmente son empleadas resistencias interface peak. Los FS para condiciones transitorias normalmente varían entre 1.2 a 1.3 que son los rangos de valores referenciales empleados en cálculos de estabilidad realizados en rellenos sanitarios de Latinoamérica.

Se adopta para todos los análisis el factor de seguridad mínimo que observa en la siguiente tabla:

Tabla A-35 Factor de Seguridad adoptado RSNJ

FACTOR DE SEGURIDAD ESTABLE	
FS Estático	1.5
FS Pseudoestatica	1.1
Métodos de análisis	Bishop simplicado
	Fellenius

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.7.5.4 Parámetros Geotécnicos del Diseño

La evaluación de la estabilidad de un relleno sanitario controlado, requere de constantes estudios de seguimiento tanto geométricos como geomecanicos, con el fin de establecer el comportamiento esfuerzo-deformación y resistencia-tiempo del material, formado por capas intercaladas de basura y suelo de cobertura. Para lograr esto se puede recurrir a técnicas tradicionales empleadas en geotecnia. Sin embargo, la obtención de los parámetros resistentes de la masa de residuos sólidos es el paso más difícil del análisis.

Palma (1995), realizó una compilación y comparación de los parámetros resistentes publicados en la literatura especializada, derivados de investigaciones a escala de laboratorio, ensayos in situ y análisis de casos de rotura reales, concluyendo con una banda de parámetros resistentes recomendados para el diseño, que se presentan en la siguiente Figura.

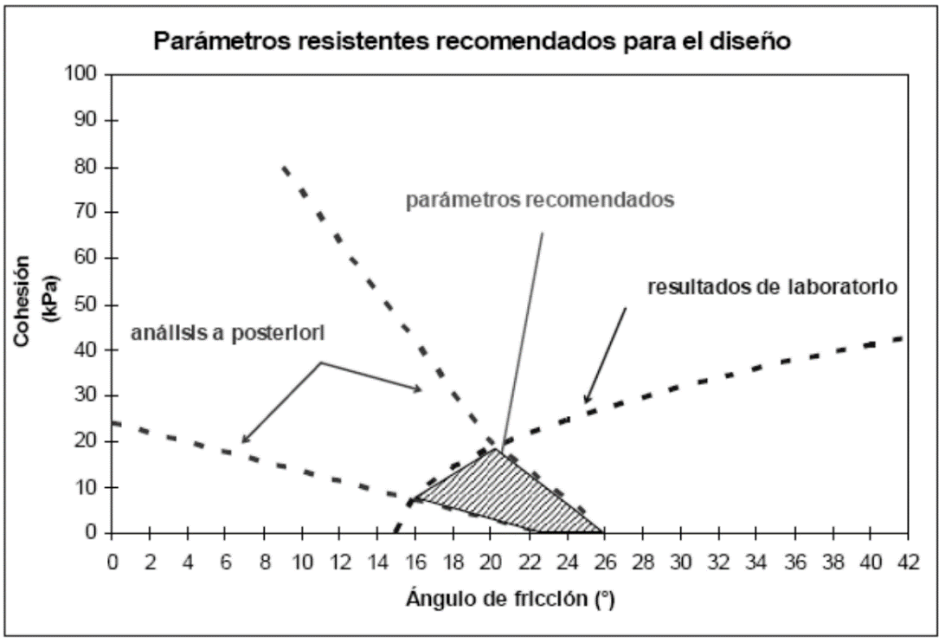


Figura A-20 Parámetros resistentes para diseño de rellenos Sanitarios
Fuente: Palma J.H. 1995

Para el análisis se efectuó un estudio geotécnico y se obtuvieron resultados como ser: descripción del macizo rocoso, estudio de suelos y estudio geofísicos. Adicionalmente por falta de laboratorios en el material de Residuos Sólidos se adoptan resultados de los ensayos realizados por la empresa TERSA y Relleno Sanitario de Normandia (auditoria ambiental voluntaria 2017 EMACRUZ), resultados que están dentro de los parámetros recomendados mostrados en la figura anterior, de los cuales se extraen los resultados de ensayos de interés como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla A-36 Parámetros de diseño adoptado RSNJ

MATERIAL	COHESIÓN (KN/m^2)	ANGULO DE FRICCIÓN (φ)	PESO ESPECIFICO (KN/m^3)
CL-ARCILLA	13.0	27.5	20.23
SC-ARENA ARCILLOSA	11.0	32.0	20.49
RESIDUOS SOLIDOS	19.0 (**)	22.0 (**)	12.00 (*)

Fuente: Elaboración Propia con base en datos (*) TERSA (**) Relleno Sanitario de Normandía (S.C)

Para estos análisis del proyecto se considera la presión neutral a través del parámetro Ru de 0,30 y 0,40, el cual tendrá que tener monitoreo, recomendado en la bibliografía existente.

A.4.4.7.5.5 Sismicidad

El análisis considera los casos estático y sísmico. El caso estático permite evaluar las condiciones actuales de estabilidad, mientras el caso sísmico considera para el cálculo un coeficiente de aceleración sísmica para simular el efecto de un terremoto.

En la ciudad de La Paz y sus alrededores (RSNJA), la sismicidad mencionada desde la fundación de la ciudad no es muy importante, pero no está absolutamente ausente. No son conocidos focos de sismos

a menos de 60 o 70 km de la ciudad, solo fueron sentidos temblores o sacudidas correspondientes a sismos cuyos focos fueron relativamente alejados de la ciudad.

El OSC ha publicado recientemente un mapa de sismicidad de Bolivia (2016) en el cuál La Paz se sitúa en una zona 2, como se observa en la Figura A-16 en la pagina 124.

"La Paz se encuentra en la zona 2, con intensidad alcanzada de movimiento sísmico de VII." (Fuente: La Razón/OSC, 2016).

Para el análisis sísmico el modelo utiliza el método pseudo-estático, el cual asume un coeficiente sísmico a modo de sobrecarga horizontal Ao de 10% g.

A.4.4.7.5.6 Secciones de Análisis

No es posible realizar análisis alguno antes del evento dado que no se cuenta con la informacion requerida, entre otras, la topográfica de 2018.

Los parámetros geométricos de conformación de las celdas no fueron de nuestro conocimiento ni los criterios previamente definidos en el proyecto y con las condiciones constructivas y operacionales implementadas.

Con base en la topografía elaborada por la consultora se muestran las secciones de análisis para la estabilidad de taludes.

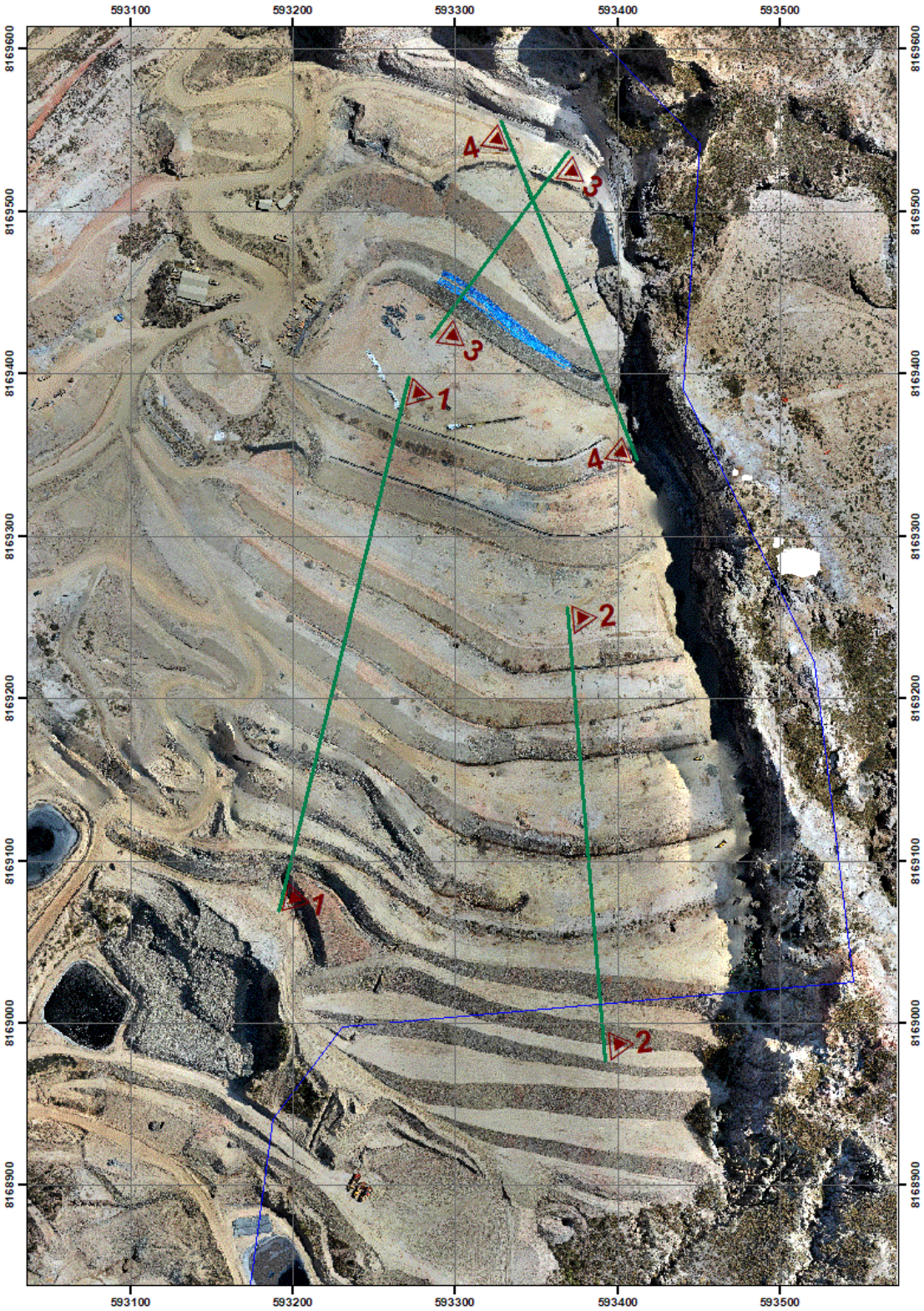
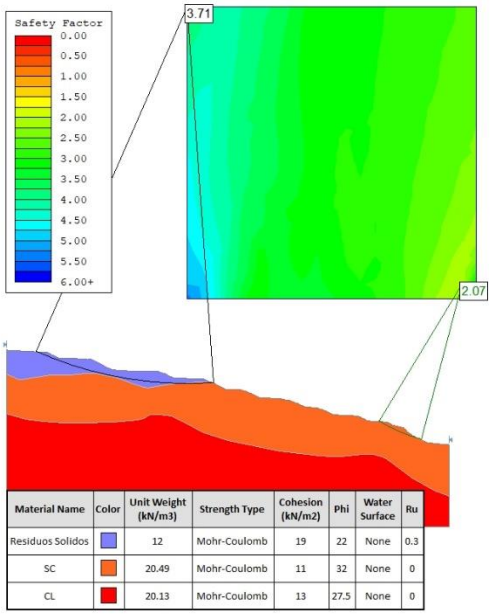
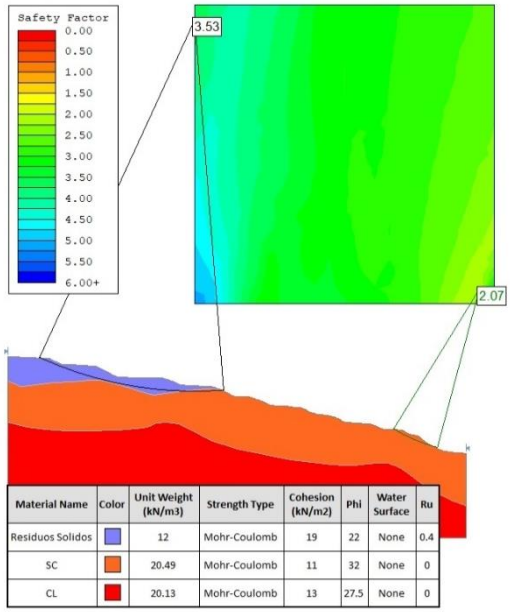
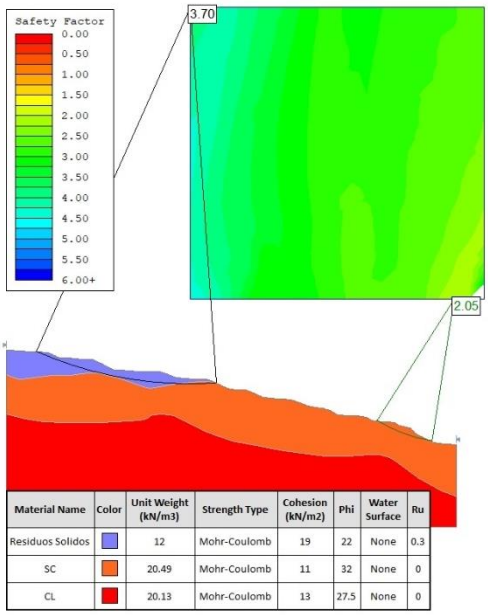
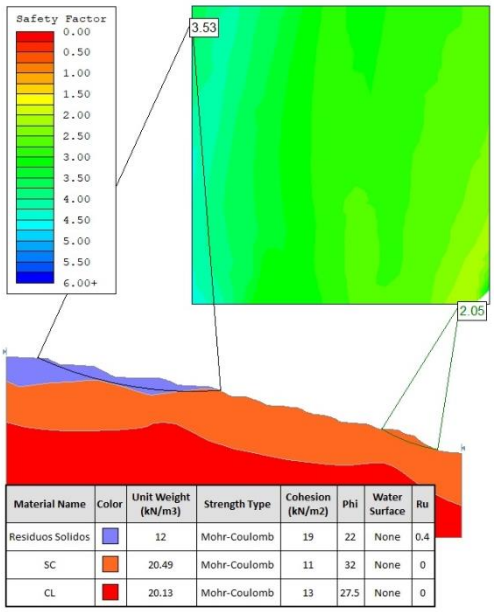


Ilustración A-14 Secciones de análisis sobre Imagen de Dron
Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.7.5.7 Modelación Caso Estático

A.4.4.7.5.7.1 Sección 1-1

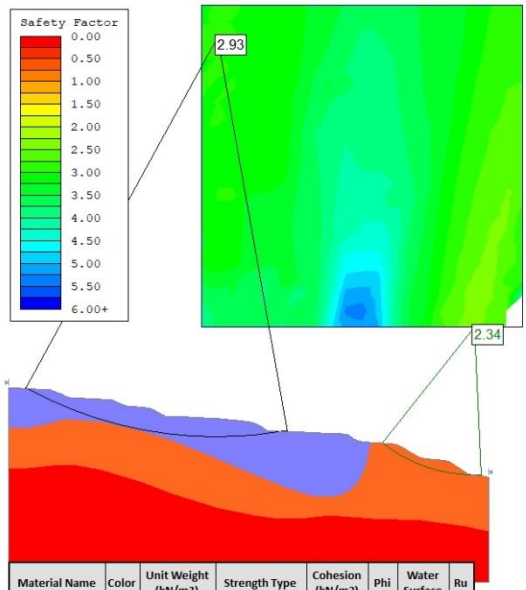
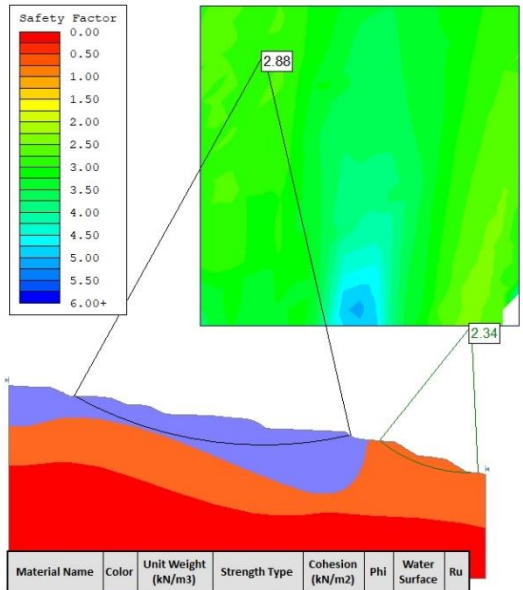
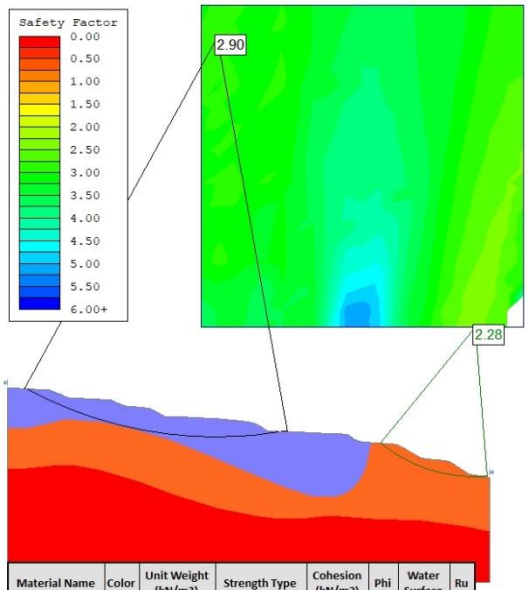
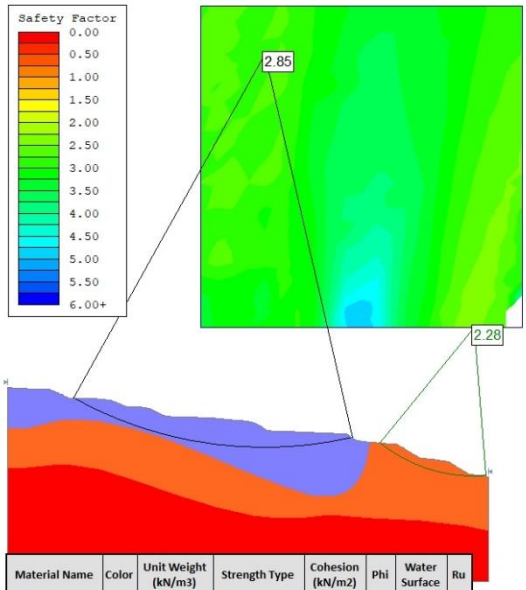
Tabla A-37 Resultados Análisis Estático Sección 1-1

	Relación de Presión de Poros	
	Ru = 0.3	Ru = 0.4
BISHOP		
FELLENIUS		

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.7.5.7.2 Sección 2-2

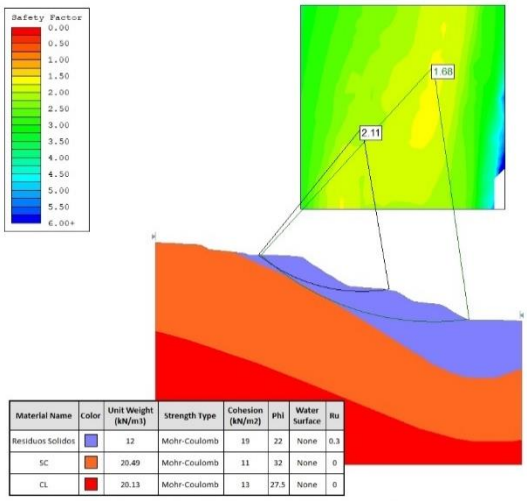
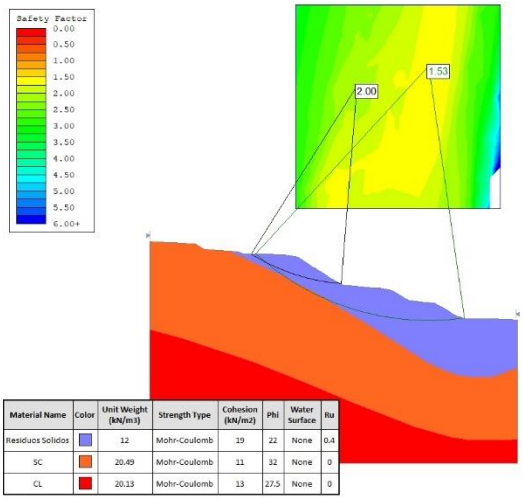
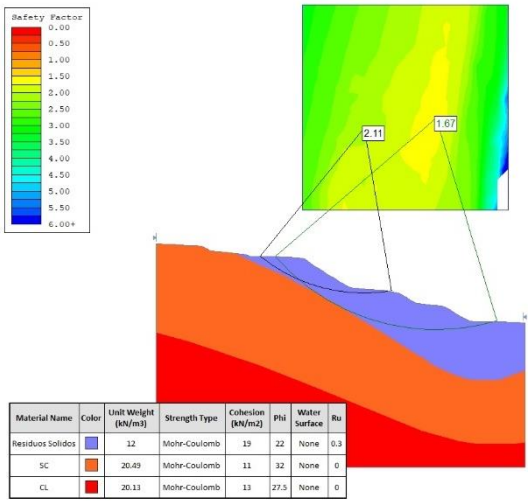
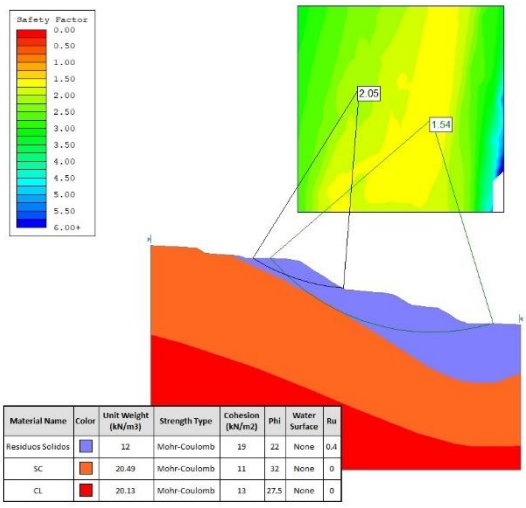
Tabla A-38 Resultados Análisis estático Sección 2-2

	Relación de Presión de Poros	
	Ru = 0.3	Ru = 0.4
BISHOP		
	Material Name / Color / Unit Weight (kN/m3) / Strength Type / Cohesion (kN/m2) / Phi / Water Surface / Ru Residuos Solidos / 12 / Mohr-Coulomb / 19 / 22 / None / 0.3 SC / 20.49 / Mohr-Coulomb / 11 / 32 / None / 0 CL / 20.13 / Mohr-Coulomb / 13 / 27.5 / None / 0	Material Name / Color / Unit Weight (kN/m3) / Strength Type / Cohesion (kN/m2) / Phi / Water Surface / Ru Residuos Solidos / 12 / Mohr-Coulomb / 19 / 22 / None / 0.4 SC / 20.49 / Mohr-Coulomb / 11 / 32 / None / 0 CL / 20.13 / Mohr-Coulomb / 13 / 27.5 / None / 0
FELLENIUS		
	Material Name / Color / Unit Weight (kN/m3) / Strength Type / Cohesion (kN/m2) / Phi / Water Surface / Ru Residuos Solidos / 12 / Mohr-Coulomb / 19 / 22 / None / 0.3 SC / 20.49 / Mohr-Coulomb / 11 / 32 / None / 0 CL / 20.13 / Mohr-Coulomb / 13 / 27.5 / None / 0	Material Name / Color / Unit Weight (kN/m3) / Strength Type / Cohesion (kN/m2) / Phi / Water Surface / Ru Residuos Solidos / 12 / Mohr-Coulomb / 19 / 22 / None / 0.4 SC / 20.49 / Mohr-Coulomb / 11 / 32 / None / 0 CL / 20.13 / Mohr-Coulomb / 13 / 27.5 / None / 0

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.7.5.7.3 Sección 3-3

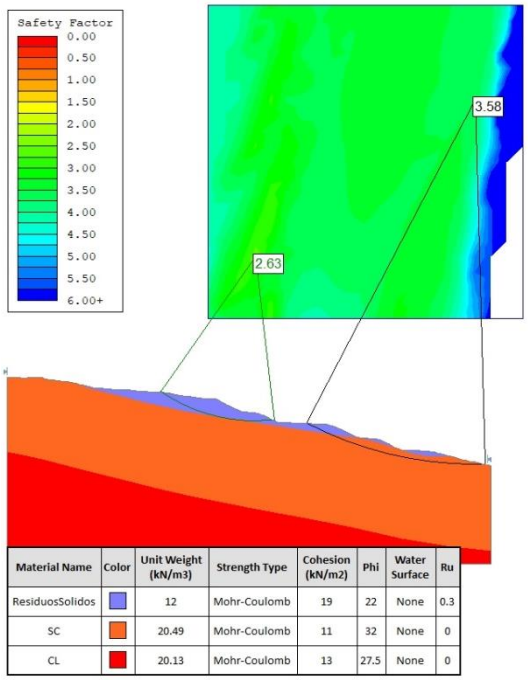
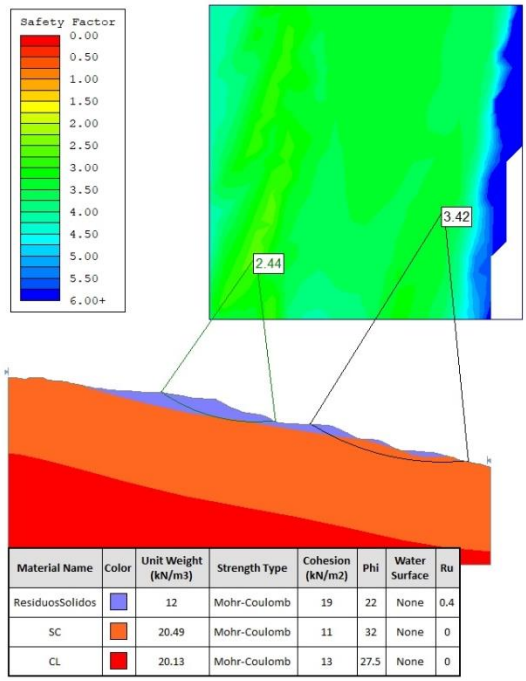
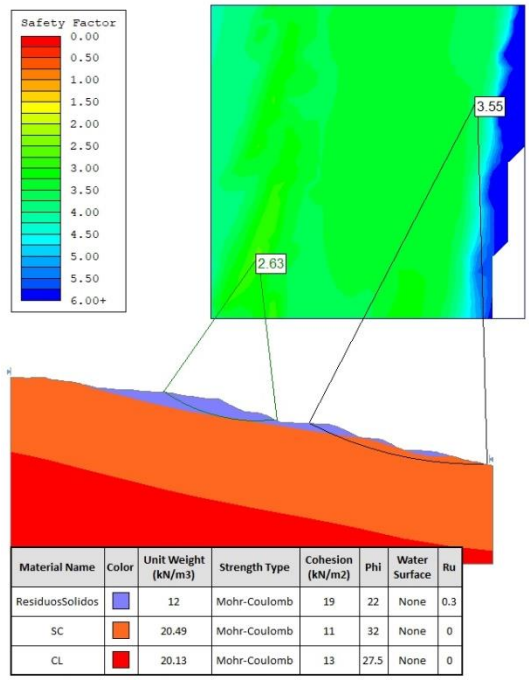
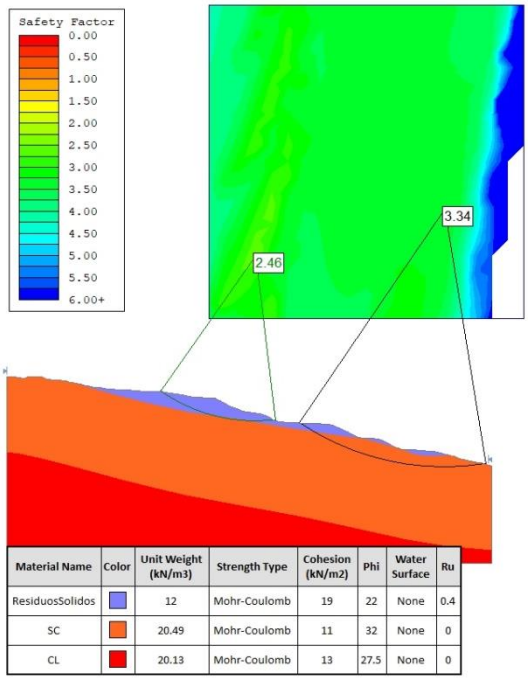
Tabla A-39 Resultados Análisis estático Sección 3-3

	Relación de Presión de Poros	
	Ru = 0.3	Ru = 0.4
BISHOP		
FELLENIUS		

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.7.5.7.4 Sección 4-4

Tabla A-40 Resultados Análisis estático Sección 4-4

	Relación de Presión de Poros	
	Ru = 0.3	Ru = 0.4
BISHOP		
FELLENIUS		

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Ru
ResiduosSolidos		12	Mohr-Coulomb	19	22	None	0.3
SC		20.49	Mohr-Coulomb	11	32	None	0
CL		20.13	Mohr-Coulomb	13	27.5	None	0

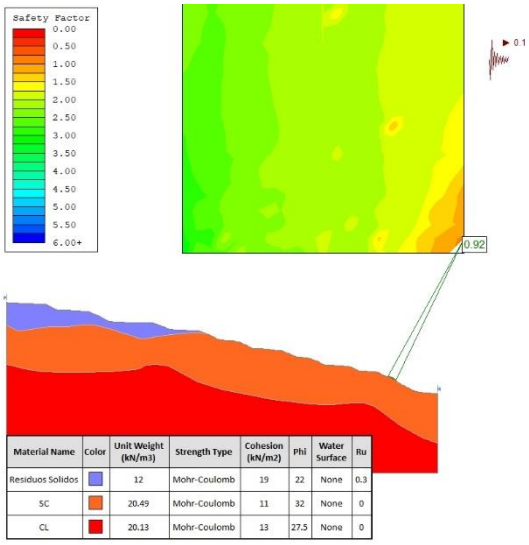
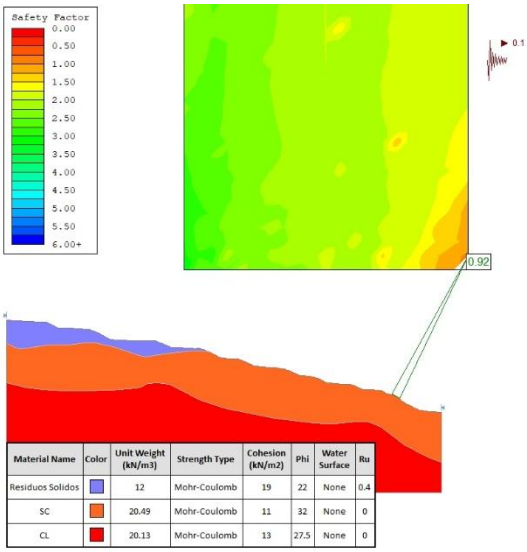
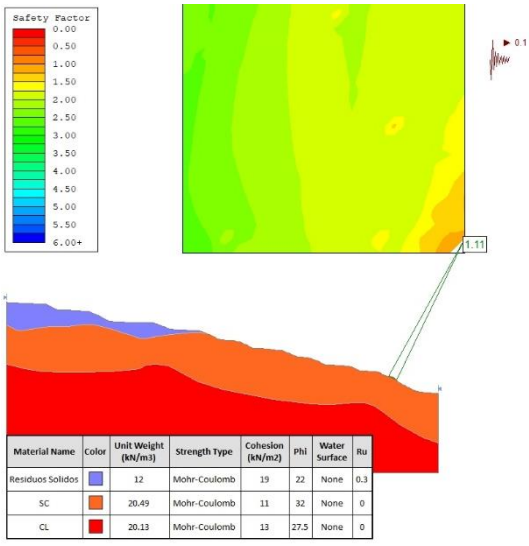
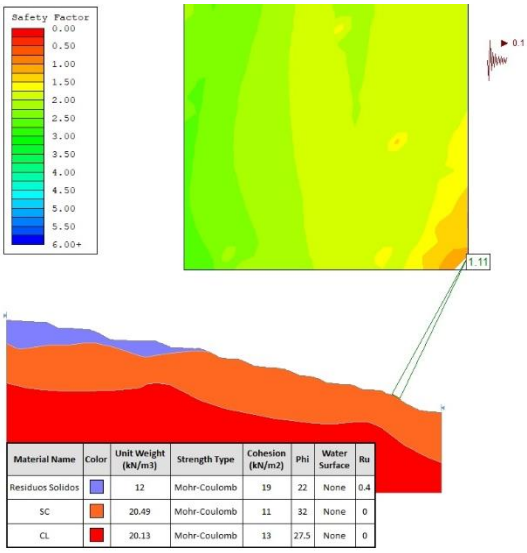
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Ru
ResiduosSolidos		12	Mohr-Coulomb	19	22	None	0.4
SC		20.49	Mohr-Coulomb	11	32	None	0
CL		20.13	Mohr-Coulomb	13	27.5	None	0

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.7.5.8 Modelación Caso Pseudo-Estático

A.4.4.7.5.8.1 Sección 1-1

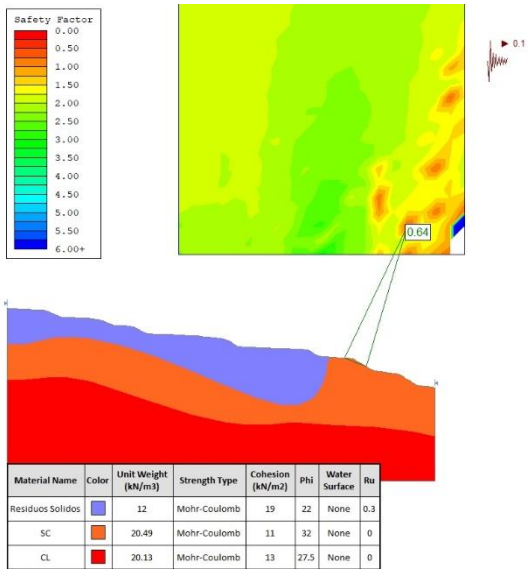
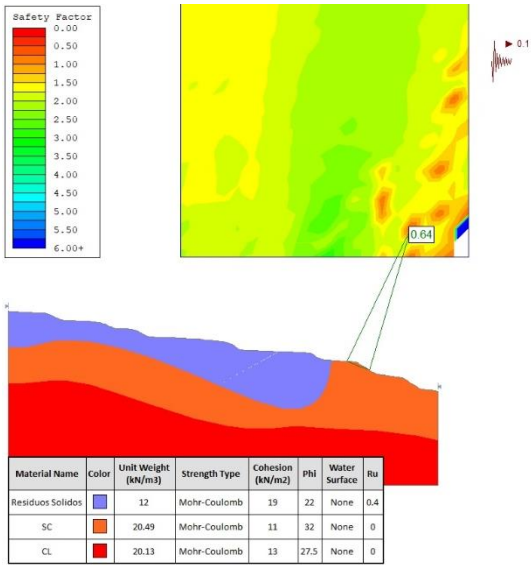
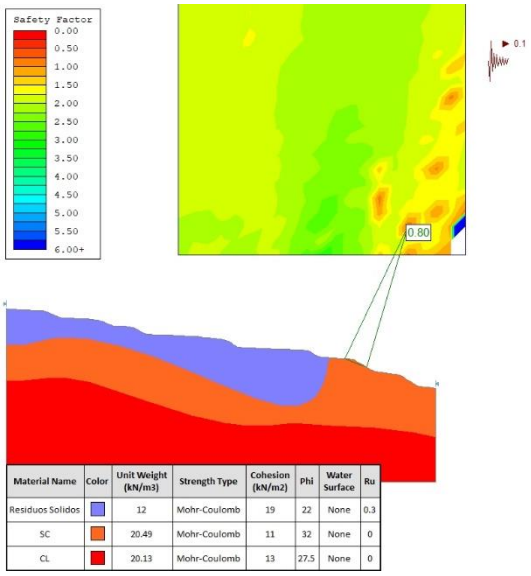
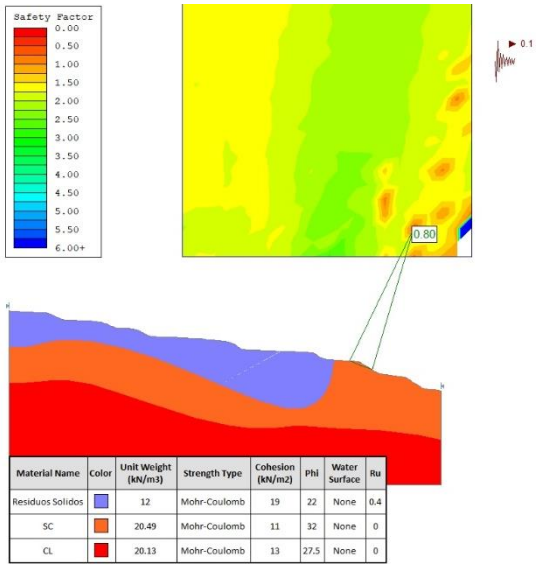
Tabla A-41 Resultados Análisis Pseudo-estático Sección 1-1

	Relación de Presión de Poros	
	Ru = 0.3	Ru = 0.4
BISHOP	 Material Name | Color | Unit Weight (kN/m3) | Strength Type | Cohesion (kN/m2) | Phi | Water Surface | Ru Residuos Solidos | 12 | Mohr-Coulomb | 19 | 22 | None | 0.3 SC | 20.49 | Mohr-Coulomb | 11 | 32 | None | 0 CL | 20.13 | Mohr-Coulomb | 13 | 27.5 | None | 0	 Material Name | Color | Unit Weight (kN/m3) | Strength Type | Cohesion (kN/m2) | Phi | Water Surface | Ru Residuos Solidos | 12 | Mohr-Coulomb | 19 | 22 | None | 0.4 SC | 20.49 | Mohr-Coulomb | 11 | 32 | None | 0 CL | 20.13 | Mohr-Coulomb | 13 | 27.5 | None | 0
FELLENIUS	 Material Name | Color | Unit Weight (kN/m3) | Strength Type | Cohesion (kN/m2) | Phi | Water Surface | Ru Residuos Solidos | 12 | Mohr-Coulomb | 19 | 22 | None | 0.3 SC | 20.49 | Mohr-Coulomb | 11 | 32 | None | 0 CL | 20.13 | Mohr-Coulomb | 13 | 27.5 | None | 0	 Material Name | Color | Unit Weight (kN/m3) | Strength Type | Cohesion (kN/m2) | Phi | Water Surface | Ru Residuos Solidos | 12 | Mohr-Coulomb | 19 | 22 | None | 0.4 SC | 20.49 | Mohr-Coulomb | 11 | 32 | None | 0 CL | 20.13 | Mohr-Coulomb | 13 | 27.5 | None | 0

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.7.5.8.2 Seccion 2-2

Tabla A-42 Resultados Análisis Pseudo-estático Sección 2-2

	Relación de Presión de Poros	
	Ru = 0.3	Ru = 0.4
BISHOP		
FELLENIUS		

Material Name | Color | Unit Weight (kN/m3) | Strength Type | Cohesion (kN/m2) | Phi | Water Surface | Ru

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Ru
Residuos Solidos		12	Mohr-Coulomb	19	22	None	0.3
SC		20.49	Mohr-Coulomb	11	32	None	0
CL		20.13	Mohr-Coulomb	13	27.5	None	0

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Ru
Residuos Solidos		12	Mohr-Coulomb	19	22	None	0.4
SC		20.49	Mohr-Coulomb	11	32	None	0
CL		20.13	Mohr-Coulomb	13	27.5	None	0

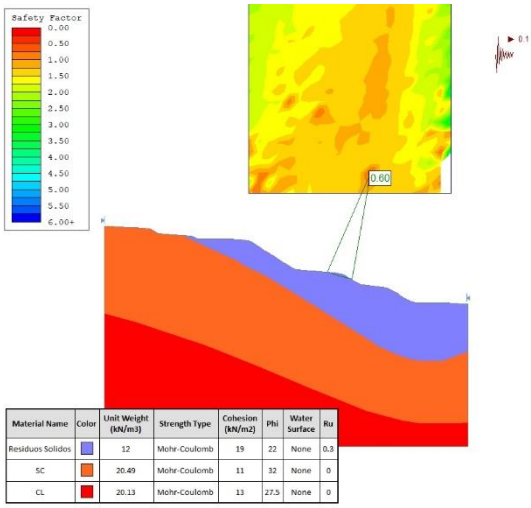
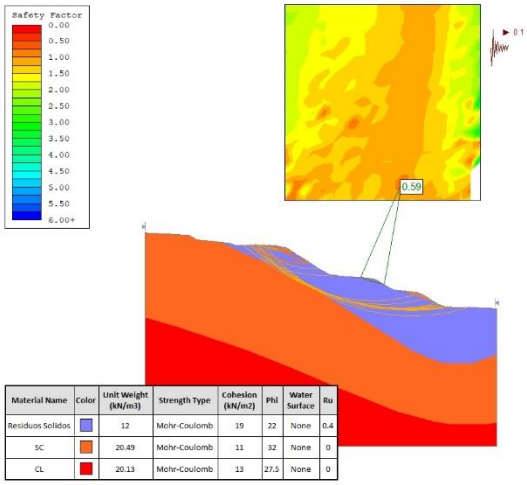
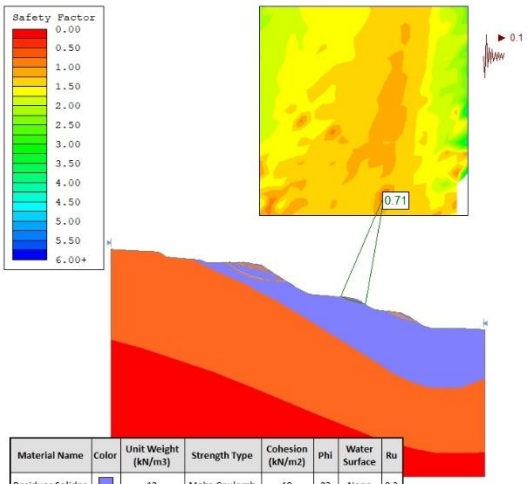
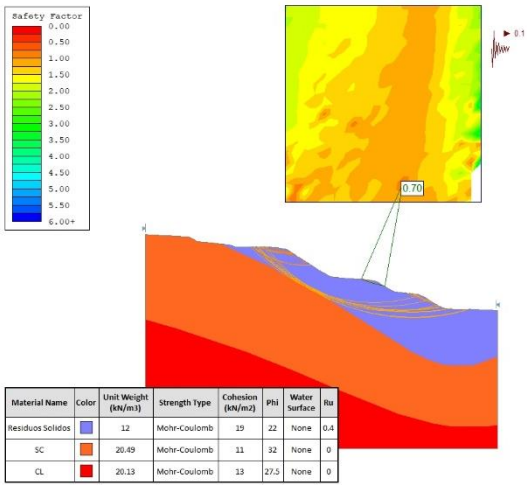
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Ru
Residuos Solidos		12	Mohr-Coulomb	19	22	None	0.3
SC		20.49	Mohr-Coulomb	11	32	None	0
CL		20.13	Mohr-Coulomb	13	27.5	None	0

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Ru
Residuos Solidos		12	Mohr-Coulomb	19	22	None	0.4
SC		20.49	Mohr-Coulomb	11	32	None	0
CL		20.13	Mohr-Coulomb	13	27.5	None	0

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.7.5.8.3 Sección 3-3

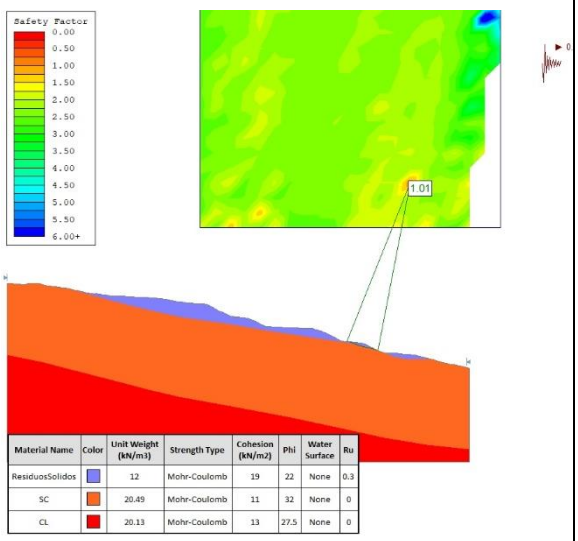
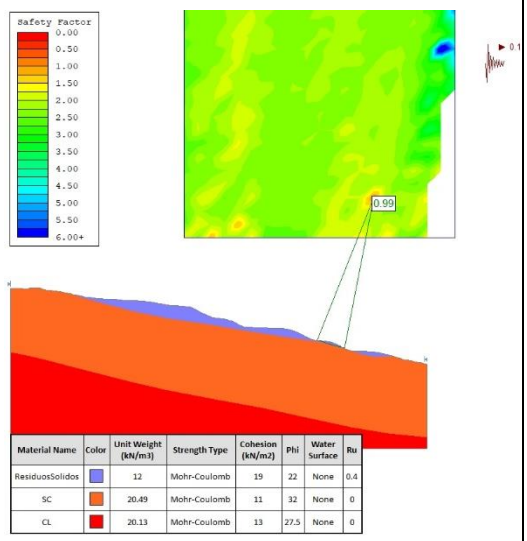
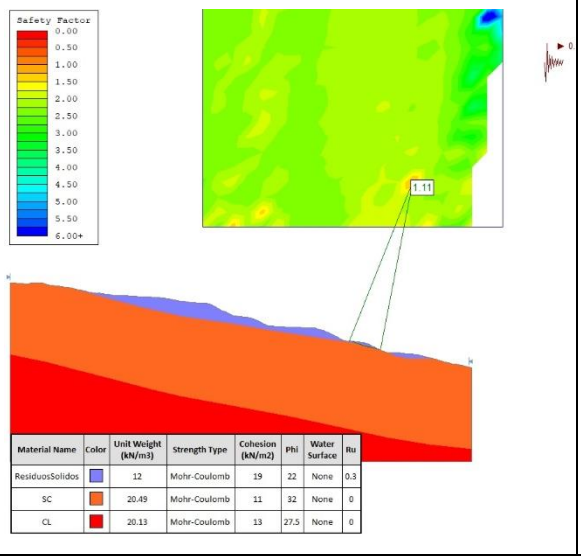
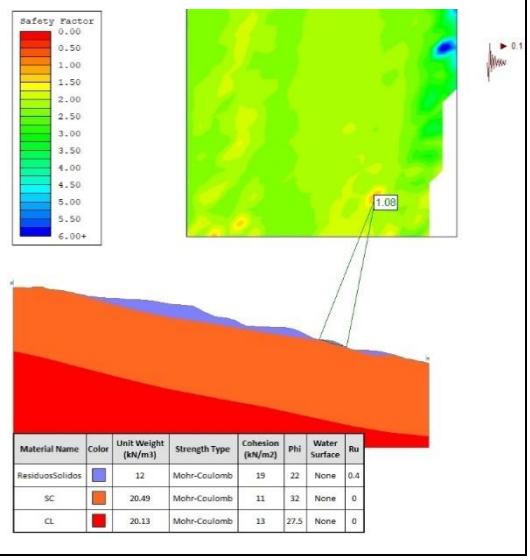
Tabla A-43 Resultados Análisis Pseudo-estático Sección 3-3

	Relación de Presión de Poros	
	Ru = 0.3	Ru = 0.4
BISHOP		
FELLENIUS		

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.7.5.8.4 Sección 4-4

Tabla A-44 Resultados Análisis Pseudo-estático Sección 4-4

	Relación de Presión de Poros	
	Ru = 0.3	Ru = 0.4
BISHOP		
FELLENIUS		

Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.7.5.9 Resumen de Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por medio de la utilización del programa anteriormente mencionado:

Tabla A-45 Resumen de Resultados Análisis Estático

PARÁMETRO	SECCIÓN	MÉTODO DE ANÁLISIS	FS CRITICO	SUPERFICIE CRITICA
Ru = 0.30	**1**	Bishop	2.07	Circular Localizado, Suelo
		Fellenius	2.05	Circular Localizado, Suelo
	2	Bishop	2.34	Circular Global, Suelo
		Fellenius	2.28	Circular Global, Suelo
	3	Bishop	1.68	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
		Fellenius	1.67	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
	4	Bishop	2.63	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
		Fellenius	2.63	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
Ru = 0.40	**1**	Bishop	2.07	Circular Localizado, Suelo
		Fellenius	2.05	Circular Localizado, Suelo
	2	Bishop	2.34	Circular Global, Suelo
		Fellenius	2.28	Circular Global, Suelo
	3	Bishop	1.53	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
		Fellenius	1.54	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
	4	Bishop	2.44	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
		Fellenius	2.46	Circular Global, Contacto suelo - Residuos

Fuente: Elaboración Propia

Los análisis de estabilidad Estático del Relleno Sanitario, secciones 1-1, 2-2 y 4-4, presentan factores de seguridad para ambos métodos del orden de 2.05 y 2.63, para los análisis de ruptura en contacto critico

en el suelo SC (Arena Arcillosa), Residuos Sólidos y en contacto entre los residuos sólidos y el suelo de fundación. Los factores de seguridad son satisfactorios.

Para la sección 3-3, presentan factores de seguridad para ambos métodos del orden de 1.53 y 1.68 para los análisis de ruptura en contacto critico entre los residuos sólidos y el suelo de fundación. Los factores de seguridad son satisfactorios. Sin embargo, se debe resaltar que tales condiciones deberán ser rigurosamente monitoreadas geotécnicamente a lo largo de toda la operación, incluso después de la clausura operacional del macizo.

Tabla A-46 Resumen de Resultados Análisis Pseudo-Estático.

PARÁMETRO	SECCIÓN	MÉTODO DE ANÁLISIS	FS CRITICO	SUPERFICIE CRITICA
Ru = 0.30	**1**	Bishop	0.92	Circular Localizado, Suelo
		Fellenius	1.11	Circular Localizado, Suelo
	2	Bishop	0.64	Circular Localizado, Suelo
		Fellenius	0.80	Circular Localizado, Suelo
	3	Bishop	0.60	Circular Localizado, Suelo
		Fellenius	0.71	Circular Localizado, Suelo
	4	Bishop	1.01	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
		Fellenius	1.11	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
Ru = 0.40	**1**	Bishop	0.92	Circular Localizado, Suelo
		Fellenius	1.11	Circular Localizado, Suelo
	2	Bishop	0.64	Circular Localizado, Suelo
		Fellenius	0.80	Circular Localizado, Suelo
	3	Bishop	0.59	Circular Localizado, Suelo
		Fellenius	0.70	Circular Localizado, Suelo
	4	Bishop	0.99	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
		Fellenius	1.08	Circular Global, Contacto suelo - Residuos

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior los análisis de estabilidad Pseudo-Estático del Relleno Sanitario, secciones 1-1, 2-2, 3-3 y 4-4, presentan factores de seguridad para ambos métodos del orden de 0.60 y 1.08, para los análisis de ruptura en contacto critico en el suelo SC (Arena Arcillosa), Residuos Sólidos y en contacto

entre los residuos sólidos y el suelo de fundación. Los factores de seguridad NO son satisfactorios, solo por el método de Fellenius preservan un grado de estabilidad aceptable en las secciones de análisis 1-1 y 4-4. Recomendando realizar un estudio minucioso, de estas secciones para mejorar la estabilidad de los mismos.

A.4.4.8 Balance Hídrico

La gestión de un Relleno Sanitario requiere el conocimiento preciso de los flujos de aguas que acceden a él y de los lixiviados que en él se producen. Este conocimiento resulta imprescindible para controlar y evidenciar el control y adecuada gestión de los lixiviados como líquidos susceptibles de causar la contaminación del suelo, las aguas superficiales y las aguas subterráneas.

El conocimiento de los flujos de aguas y lixiviados se obtiene a través de la realización de balances hídricos del Relleno Sanitario en cuestión a lo largo de toda su vida. Previamente, en la fase de diseño o proyecto, la realización de este tipo de balances permite estimar el caudal de lixiviados que se generará a lo largo de la vida del Relleno Sanitario (incluyendo la etapa del cierre) así como otros aspectos de importancia tales como escorrentías previsibles, posible acumulación de lixiviados en el interior del vaso de vertido, etc.

Al igual que los balances hídricos en cualquier otro sistema natural o artificial, se trata de definir y cuantificar las entradas, flujos interiores y salidas de agua, incluyendo dentro de este último término (salidas) a los lixiviados que se generan. De esta forma, y por comparación entre estas cantidades, se podrá conocer:

- Si el Relleno Sanitario funciona tal como se proyectó:
  $$Entradas\ Controladas = Salidas\ Controladas\ {}^{+}/_{-}\ Variaciones\ Internas\ Controladas$$
- Si existe alguna anomalía no conocida que pudiera estar causando flujos de lixiviados no deseados hacia el entorno y/o una acumulación indeseada de los mismos en el propio vaso de vertido:
  $$Entradas\ Controladas > Salidas\ Controladas\ {}^{+}/_{-}\ Variaciones\ Internas\ Controladas$$
- Si existe alguna entrada de agua oculta:
  $$Entradas\ Controladas < Salidas\ Controladas\ +/-\ Variaciones\ Internas\ Controladas$$

Las entradas, flujos interiores y salidas de agua en un Relleno Sanitario varían con el tiempo, dependiendo de su escala, en función de las condiciones del Relleno Sanitario (superficie de residuos expuesta, etc.) y de las condiciones meteorológicas (épocas de lluvias frente a momentos sin precipitación). El balance hídrico de un Relleno Sanitario, por tanto, no se refiere a un cálculo a realizar sólo una vez en su vida, sino que deben realizarse balances hídricos de forma sistemática a lo largo de su vida útil.

La masa de contaminante que produce el Relleno Sanitario depende de la concentración de los elementos en el lixiviado y del volumen de lixiviado generado en el tiempo[10] .

En el presente trabajo se caracterizan los diferentes componentes del balance hídrico en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín. Ello permitirá, junto con el calculo del área de vertido para cada año, cuantificar el volumen de lixiviado generado a lo largo de los últimos años de actividad como Relleno Sanitario.

[10] En los Relleno Sanitarios incontrolados no suelen existir medidas de la producción de lixiviado, por lo que una forma de estimar el volumen de lixiviado es mediante la realización de un balance hídrico

A.4.4.8.1 Procedimiento

La elaboración del balance hídrico de un Relleno Sanitario en un período de tiempo determinado incluye las siguientes fases sucesivas:

I Modelización conceptual y descripción de la localización y tipos de entradas, flujos y salidas de aguas y lixiviados presentes.
II Cuantificación de cada uno de estos tipos o términos del balance.
III Cuantificación global de entradas, flujos y salidas como sumas o restas de los resultados de los cálculos individuales de cada término (balance hídrico).
IV Análisis e interpretación de los resultados del balance hídrico incluyendo conclusiones y recomendaciones.

A.4.4.8.2 Planteamiento del modelo conceptual

La siguiente Figura enseña el Modelo Conceptual.

Proyecto:	Relleno Sanitario Nuevo Jardin	Municio:	G.A.M. La Paz
Departamento:	La Paz	Fecha:	03/04/2020
Ubicacion:	Alpacoma	Especilista:	Msc Ing. F. Llmpias

1.- Modelo conceptual

ENTRADAS = SALIDAS ± VARIACIONES INTERIOR

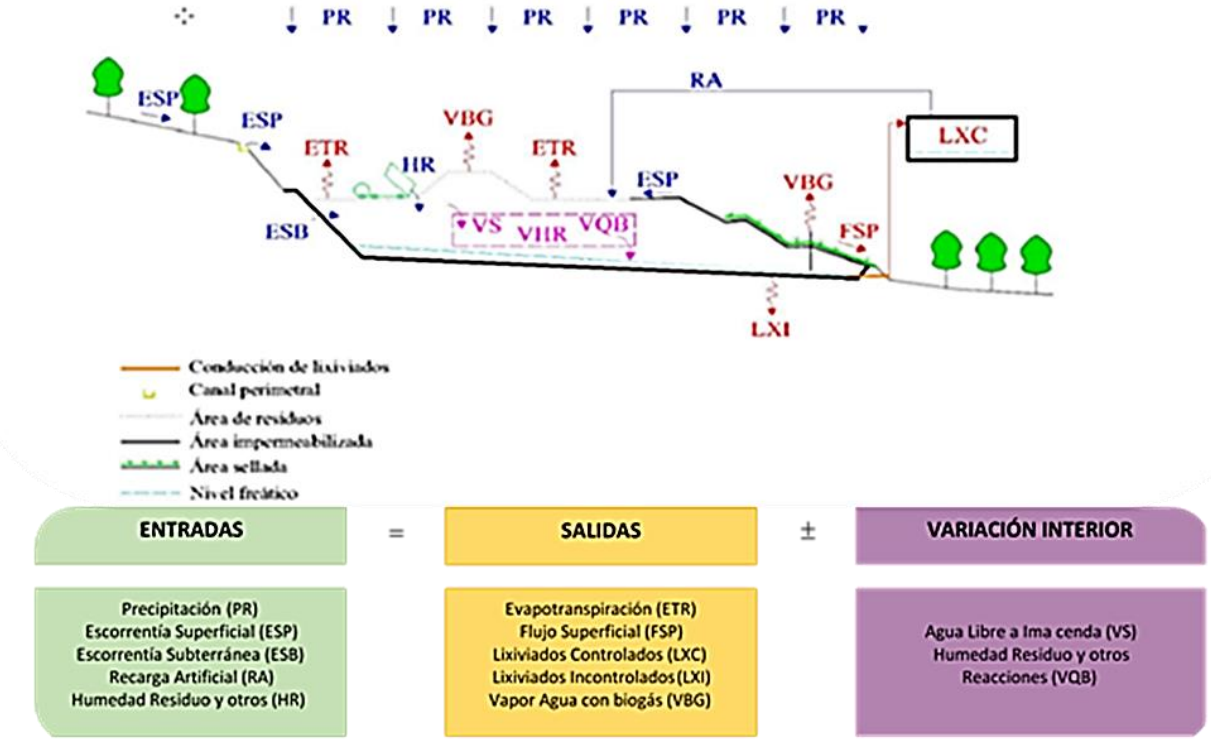


Figura A-21 Balance Hídrico
Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.8.3 Cuantificación de los términos del balance

Entradas

- Precipitación. - La estación meteorológica fue El Alto
- Escorrentía de laderas adyacentes. - Empleo de las curvas IDF, ubicado en la parte superior cerca de celda 11.
- Humedad de los residuos y de otros materiales. - Desglosado en función de las fracciones del ingreso de residuos orgánicos e inorgánicas según su ponderación. En este caso se emplearon las características de la caracterización de basura a nivel nacional.

Salidas

- Evapotranspiración. - Obtenida sintéticamente a partir de la Estación Meteorológica El Alto
- Lixiviados controlados. - Existe una infraestructura, pero no se tiene con la información respectiva. Por otra parte, por información de los operadores bombean lixiviado
- Lixiviados incontrolados. - Por información de fotografías, u otros estudios no se identifica impermeabilización de fondo.
- Surgencia de lixiviados. - en el terreno existe muchos sectores que presenta lixiviados en los taludes, que no se cuenta siendo cuantificados
- Vapor de agua con el que se genera el biogás, existe poca información y datos obtenidos en el campo, por lo que el cálculo es netamente sintético.

Variación interior

- No se cuenta con la información.

Tabla A-47 Cuantificación de los términos del balance

TÉRMINO	SI/NO/?	Calculo anual
ENTRADAS		
Precipitación (P)		
Precipitacion	si	9,070,474.58
Escorrentía superficial (ESP)		
Entrada de arroyo o reguero	no	0.00
Escorrentia de laderas adyacentes	si	123.70
Escorrentia de calles o esplandas adyacente	no	0.00
Escorrentia por desbordamiento de canales	no	0.00
Escorrentia generada en áreas selladas o cubiertas intermedias que acaba infiltrándose por el motiva que sea	no	0.00
Escorrenítia subterránea (ESB)		
Puntual (surgencia ocluida)	no	0.00
Difusa en el contanto terreno-vaso del vertedero	no	0.00
Recarga artificial (RA)		
Riegos con agua (boca fijas o cisternas) habitual o espóradico	no	0.00
Riegos con Lixiviados (recirculación)	no	0.00
Vertidos provenientes de servicios, lavaruedas, etc.	?	0.00
Vertidos puntuales de lixiviados propios o ajenos	no	0.00
Vertidos del condensado de biogás	no	0.00
Fugas en conducciones o depósitos que accedan al vaso	no	0.00
Humedad del residuo de otros materiales (HR)		
Humedad con la que entra el residuo y otros materiales	si	1,068,662.00
SALIDAS		
Evapotranpiración (ETR)		
Evapotranspiracion	si	9,093,130.56
Flujo superficial derivado de la precipitacion (FSP)		
Escorrentia de zonas selladas o cubiertas derivada lateralmente	no	0.00
Lixiviados controlados (LXC)		
Por gravedad: colector, galeria	si	50,721.90
Po Bombeo	?	0.00
Lixiviados incontrolados (LXI)		
Surgencias de lixiviados en superfice envacuadas lateralmente	?	0.00
Filtraciones subterráneas hacia el terreno adyacente	si	1,195,613.94
Fugas en conducciones y depósito antes del control	?	0.00
Vapor de agua con el biogas (VBG)		
Vapor de agua emitido con el biogás	si	821,885.23
VARIACIÓN INTERIOR		
Variación en el agua libre almacenada (VS)		
Variación del agua almacenada en zonas/s satura/s o en tránsito	?	1,045,660.70
Variación en la humedad del residuo y otros materiales (VHR)		
Variación de la humedad en zonas/s no saturada/s)	?	0.00
Variacion del agua por reacciones químicas y biológicas		
Variación por reacciones quimicas y biológicas	?	0.00
RESULTADO		23,569.34

Fuente: Elaboración Propia con base en Balances Hidricos de Rellenos Sanitarios www. Euskadi.eus

Con datos en extremo reducidos, realizamos el balance hídrico y poder considerar como valido el resultado obtenido. Encontramos un método alternativo para el balance y consideramos que el resultado es acorde con los caudales reales actuales de descarga de lixiviado, de acuerdo con dato de

la tabla anterior y por el siguiente cálculo 23,569.34 m^3/365 dia = 64.57 m^3/dia, de generación de lixiviado.

A.4.4.8.4 Cuantificación Análoga

El mayor problema medioambiental de los Rellenos Sanitarios es el impacto producido por la infiltración de los lixiviados en las aguas subterráneas *(Baedecker y Back, 1979; Christensen et al., 2001; Vadillo, 2003)*. En los Relleno Sanitarios incontrolados no suelen existir medidas de la producción de lixiviado, por lo que una forma de estimar el volumen de lixiviado es mediante la realización de un balance hídrico.

En la búsqueda de respuestas, se caracterizan los diferentes componentes del balance hídrico en el Relleno Sanitario. Ello permite, junto con el cálculo del área de vertido para cada año, cuantificar el volumen de lixiviado generado a lo largo del ultimo año (2019).

A.4.4.8.5 Enclave geográfico e historia del vertido.

Los residuos son de origen urbano, el volumen aproximado de basura (2.706.507,30 m^3) y en el siguiente grafico se pude apreciar el crecimiento del mismo.

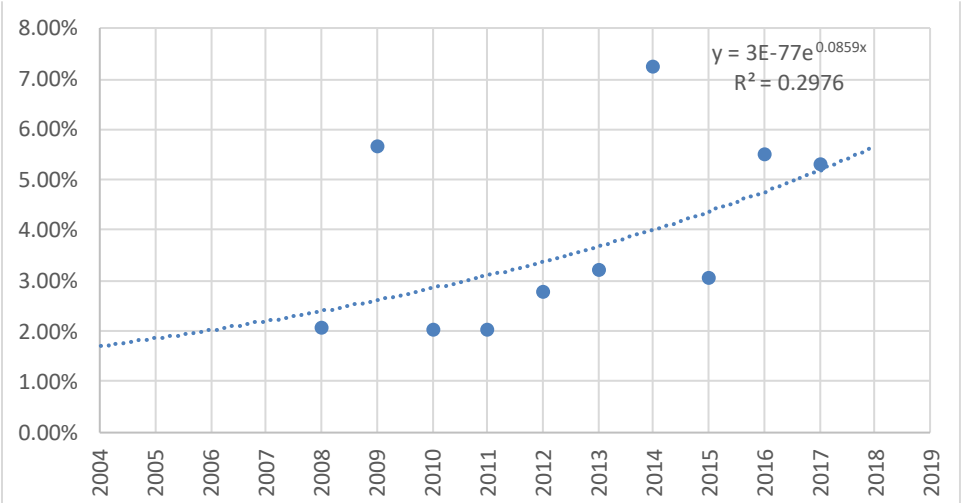


Gráfico A-8 Incrementos reales

Fuente: Elaboración Propia

Este análisis, descartó datos extremos y negativos, para establecer una tendencia que matemáticamente arroja el mejor resultado exponencial. Posteriormente se obtuvo un gráfico de la producción real y esperada, incluyendo la que se muestra en el Gráfico A-9.

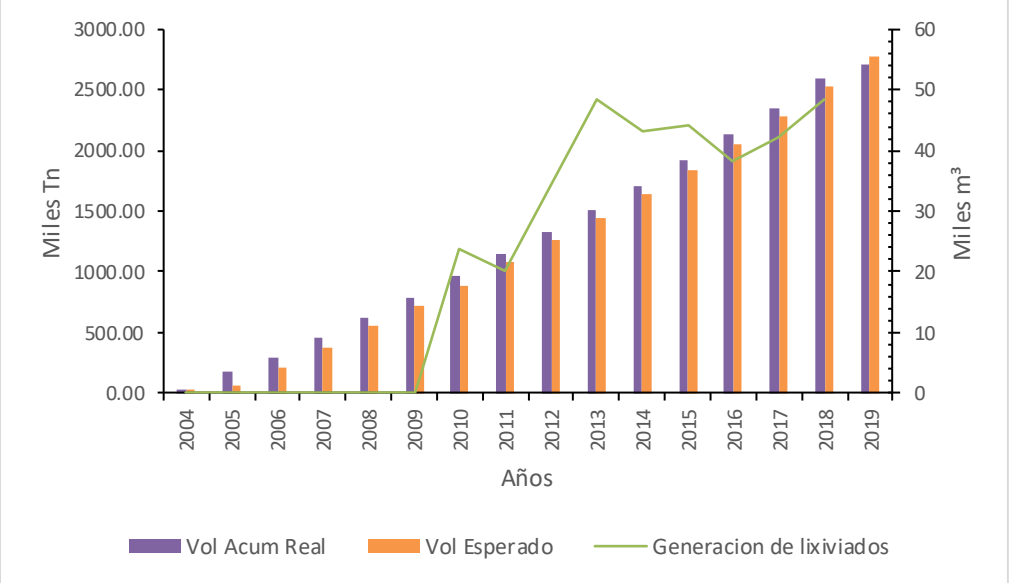


Gráfico A-9 Volumen Acumulado de Residuos Ingresados al RSNJ
Fuente: Elaboración Propia

De la misma manera se puede observar un crecimiento de generación de lixiviado, el 2013.

A.4.4.8.6 Recopilación y tratamiento de datos climatológicos (Métodos de cálculo de evapotranspiración potencial)

Se han recopilado variables meteorológicas de las estaciones de El Alto. La recopilación de variables de la estación se ha justificado porque alguno de los métodos empleados para el cálculo diario de la evapotranspiración potencial requería variables que no existen en la zona.

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial se ha escogido la ecuación de Método de Hargreaves_01, Método de Hargreaves_02 (Hargreaves y Samani, 1985), Método de Turc (Turc, 1954), Método de Jensen– Haise, Método de Serruto (1993), Método de Priestley – Taylor y Método de Makkink.

En la siguiente Tabla presentamos los resultados obtenidos:

Tabla A-48 Cálculo de Evapotranspiración Potencial

Mes	Método de Hargreaves _01	Método de Hargreaves _02	Método de Turc	Método de Jensen - Haise	Método de Serruto	Método de Priestley - Taylor	Método de Makkink	ETo Elegido
Enero	2.77	3.55	2.48	2.42	4.62	3.80	2.79	3.20
Febrero	3.20	3.37	2.60	2.48	4.43	3.91	2.93	3.27
Marzo	2.77	3.36	2.42	2.34	3.89	3.66	2.82	3.04
Abril	2.87	3.08	2.47	2.32	3.20	3.45	2.85	2.89
Mayo	2.63	2.86	2.19	1.98	2.43	2.96	2.78	2.55
Junio	2.42	2.68	1.92	1.61	2.00	2.55	2.52	2.24
Julio	2.39	2.70	1.84	1.64	2.11	2.68	2.58	2.28
Agosto	2.63	3.15	2.05	1.87	2.59	3.13	2.82	2.60
Setiembre	3.11	3.36	2.53	2.38	3.39	3.74	3.14	3.09
Octubre	3.02	3.75	2.52	2.45	4.00	3.94	3.14	3.26
Noviembre	3.39	3.80	2.97	2.85	4.51	4.25	3.33	3.59
Diciembre	3.04	3.70	2.71	2.68	4.60	4.04	3.05	3.40

Fuente: Elaboración Propia

Exponiendo el resultado en el siguiente gráfico:

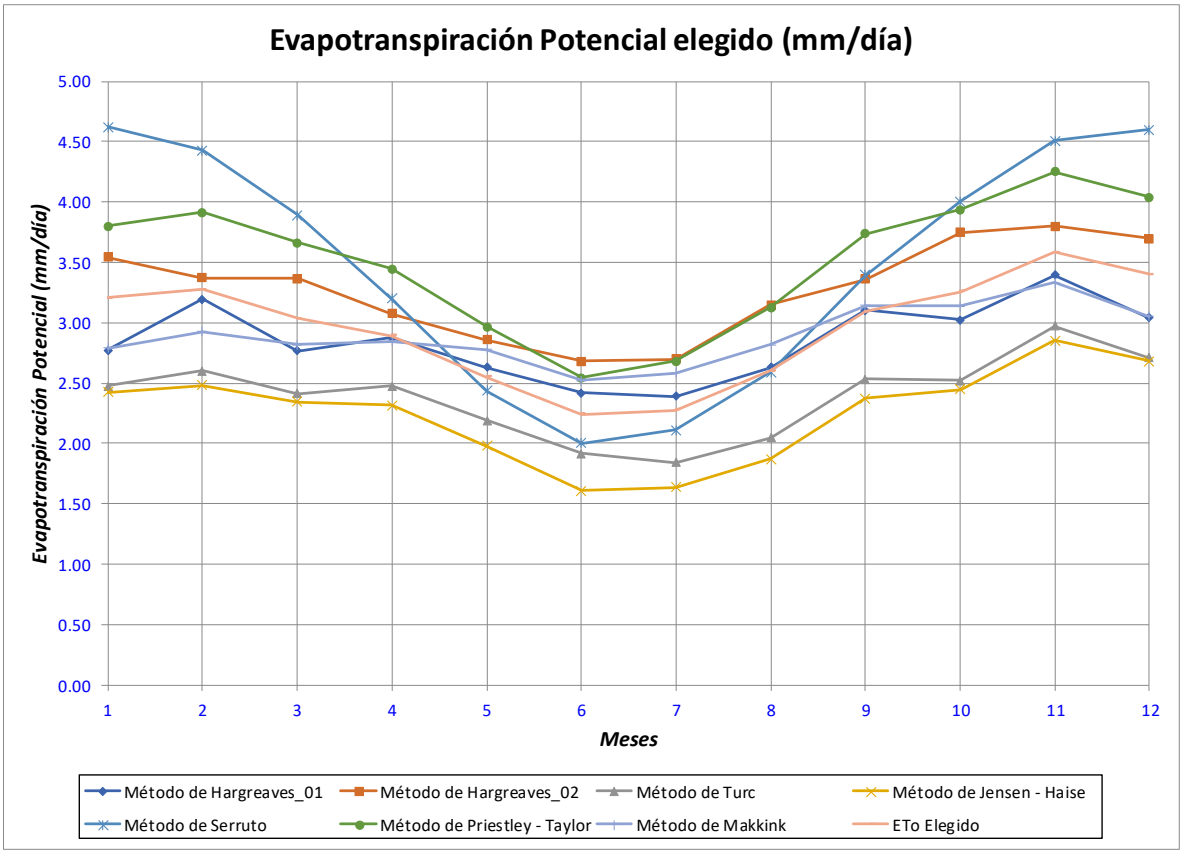


Gráfico A-10 Evapotranspiración Potencial Elegida
Fuente: Elaboración Propia

A.4.4.8.7 Flujos de entrada y de salida en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín

A partir de los flujos teóricos en un Relleno Sanitario de residuos del modelo conceptual, se han reconocido los flujos de entrada y salida existentes en el RSNJ. Así,

(1) Por los estudios de campo, y copilacion de equipos técnico, además, de las tomográficas realizadas en el mes de noviembre 2019, identificamos zonas húmedas de infiltración (PER) en subsuelo;
(2) No se encontró evidencias de realizar una practica común, que es, el cubrimiento de la basura con material impermeable (cobertura);
(3) no se ha irrigado el residuo con los lixiviados;
(4) no se han vertido lodos o fangos de depuradora;
(5) no ha existido una capa vegetal permanente que produjera transpiración y
(6) no ha sido posible la entrada de agua del subsuelo porque el nivel piezométrico está situado a varias decenas de metros por debajo de la base del Relleno Sanitario y las variaciones estacionales son inferiores a esa cifra.

Por otro lado, el flujo de entrada al Relleno Sanitario en forma de escorrentía superficial es muy limitado.

De todos los elementos que concurren en el Relleno Sanitario Nuevo jardín, las entradas y salidas por factores inherentes al residuo, como la biodegradación o el vapor de agua eliminado a la atmósfera, son despreciables frente al resto de factores. El principal flujo de entrada es la infiltración de la precipitación y como únicos flujos de salida destacan la evaporación, percolación, descarga superficial de lixiviado y variación de la humedad en el seno del residuo, aunque en este último caso sólo es un proceso a considerar en los primeros centímetros de profundidad y en Rellenos Sanitarios jóvenes (Booth y Price, 1989; Bendz et al., 1997) por lo que en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín una vida activa de 14 años, se considera que se ha alcanzado el máximo almacenamiento de agua. La principal consecuencia es que la humedad en las zonas menos superficiales del Relleno Sanitario sería independiente de la estación del año, generando una descarga continua de lixiviado. Este último aspecto se ha podido constatar en el campo, con la observación de caudales casi constantes de lixiviado durante las épocas de estiaje.

A.4.4.8.8 Volumen de lixiviado generado

Se ha aplicado la ecuación de balance hídrico deducida para el Relleno Sanitario de residuos sólidos en Nuevo Jardín, Siendo P la precipitación, EVP la evaporación potencial. Al no existir procesos de E escorrentía en la superficie del Relleno Sanitario, toda la lluvia útil generada se infiltrará y producirá lixiviado, y la salida del sistema sólo se producirá mediante percolación por la base del Relleno Sanitario o por salida superficial. A partir de la EVP mensual y los datos de precipitación se calculó la Evaporación real (EPR) y la lluvia útil (IR), adoptando las hipótesis de reserva de 45 mm. Con este último componente del balance hídrico y el área de vertido anual, obteniendo la pérdida (PER). Ver Tabla A-49.

Tabla A-49 Volumen de Lixiviado Generado

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EVP	108.70	104,2	38,7	67,6	12,4	1,8	17	0,6	43,2	39,3	93	80,6
P	99,32	91,67	94,17	86,72	78,97	67,29	70,64	80,73	92,81	101,03	107,57	105,48
EVP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
In	99,32	91,67	94,17	86,72	78,97	67,29	70,64	80,73	92,81	101,03	107,57	105,48
Ir	-9,38	-12,93	55,47	18,92	66,29	65,49	53,64	80,13	49,61	61,73	14,57	24,88
Hs	0	-21,92	33,55	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Epr	99,32	69,75	127,72	105,64	123,97	112,29	115,64	125,73	137,81	146,03	122,15	130,36
VHs	21,92	11,64	11,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Per	0	0	44,02	18,92	66,57	65,49	53,64	80,13	49,61	61,73	14,57	24,88

Fuente: elaboración Propia

Este Balance considera que:

Epr = In + Ir, cuando Hs > |Ir|

Epr = In + Hs, cuando Hs < |Ir|

$$\Delta Hs = 0 \begin{cases} \text{si, Hs es máximo e ir} \geqslant 0 \\ \text{si, Ir} < 0 \quad \text{y} \quad Hs = 0 \end{cases}$$

ΔHs =Hs(max), si Hs(del mes anterior) = 0 e ir > Hs(max)

ΔHs = Ir, si Ir ⩽ 0 y Hs anterior > |Ir|

ΔHs = Hs anterior, si Ir < 0 y |Ir| > Hs anterior

ΔHs = Hs (max) – Hs (del mes anterior) si Ir > Hs (del mes anterior)

ΔHs = Ir, si Ir ⩾ 0, Ir ⩽ (Hs max) – Hs (del mes anterior)

ΔHs = (Hs (max) – Hs (del mes anterior)), si Ir > 0, Ir ⩾ (Hs(max) – Hs (del mes anterior))

Complementado por el método suizo:

$$Q = \frac{1}{t} \times P \times A \times k$$

Q= Caudal medio de lixiviado (lt/seg)

P= Precipitación media anual (mm/año)

A= Área superficial del relleno (m^2) (area con disposición de residuos sólidos, celdas)

t= Número de segundos en un año (31536000 seg/año)

k= Coeficiente que depende del grado de compactación de la basura en (m/mm)

Con toda esta información se procedió a realizar el balance hídrico para el año 2019, con datos proyectados en función de la información que se puede acceder, mostrando el mismo en la siguiente tabla.

Tabla A-50 Balance Hídrico para 2019

				Lixiviados de los RSU		Balance hídico			Método suizo		
Año	Enradas	Acumuladas	Superfície	Kg por Ton	m3/año	Litos/m2	M3/año	Total/mes	Litros/m2	m3/año	Total/año
2004	27,504.28	27,504.28	37,374.13	55.04	1,513.97	479.56	17,923.26	19,437.23	0.4629	17,298.69	18,812.66
2005	157,689.20	185,193.48	37,374.13	55.04	8,679.99	479.56	17,923.26	26,603.25	0.4629	17,298.69	25,978.68
2006	109,464.56	294,658.04	37,374.13	55.04	6,025.47	479.56	17,923.26	23,948.73	0.4629	17,298.69	23,324.16
2007	165,159.43	459,817.47	37,374.13	55.04	9,091.19	479.56	17,923.26	27,014.45	0.4629	17,298.69	26,389.88
2008	164,842.06	624,659.53	37,374.13	55.04	9,073.72	479.56	17,923.26	26,996.98	0.4629	17,298.69	26,372.41
2009	168,287.54	792,947.07	37,374.13	55.04	9,263.37	479.56	17,923.26	27,186.63	0.4629	17,298.69	26,562.06
2010	177,817.08	970,764.15	69,409.09	55.04	9,787.92	479.56	33,286.06	43,073.98	0.4629	32,126.14	41,914.06
2011	177,629.08	1,148,393.23	69,409.09	55.04	9,777.58	479.56	33,286.06	43,063.63	0.4629	32,126.14	41,903.71
2012	181,288.82	1,329,682.05	69,409.09	55.04	9,979.03	479.56	33,286.06	43,265.08	0.4629	32,126.14	42,105.16
2013	186,378.13	1,516,060.18	69,409.09	55.04	10,259.17	479.56	33,286.06	43,545.22	0.4629	32,126.14	42,385.30
2014	192,376.07	1,708,436.25	106,783.22	55.04	10,589.32	479.56	51,209.32	61,798.64	0.4629	49,424.83	60,014.15
2015	206,307.79	1,914,744.04	106,783.22	55.04	11,356.19	479.56	51,209.32	62,565.51	0.4629	49,424.83	60,781.02
2016	212,664.03	2,127,408.07	106,783.22	55.04	11,706.07	479.56	51,209.32	62,915.39	0.4629	49,424.83	61,130.90
2017	224,424.25	2,351,832.32	106,783.22	55.04	12,353.41	479.56	51,209.32	63,562.73	0.4629	49,424.83	61,778.24
2018	236,370.09	2,588,202.41	106,783.22	55.04	13,010.97	479.56	51,209.32	64,220.29	0.4629	49,424.83	62,435.80
2019	***250,920.79***	***2,839,123.20***	***106,783.22***	***55.04***	***13,811.91***	***479.56***	***51,209.32***	***65,021.23***	***0.4629***	***49,424.83***	***63,236.74***
					156,279.28		547,939.70	704,218.98		528,845.65	685,124.93
Total					28.54		100.08	**128.62 m3/d**		96.59	**225.22 m3/d**

Fuente: Elaboración Propia

Se compara con los registros de generación de lixiviados, obteniendo por medio de la hoja que proyecta un valor promedio de 128.62 kg (residuos)/m^3 (lixiviado)

El método de balance hídrico, tiene un comportamiento mas apegado a la realidad que el suizo, diferenciado claramente en el grafico anterior.

A.4.4.9 Pluma Contaminante

Generalmente, desde hacen muchos años, no se considera que un Relleno Sanitario debería producir contaminación. Esto ocasiona que no se tengan modelos de contaminación de Rellenos Sanitarios, puesto que los mismos deben contar con sistemas de drenaje y sistemas de tratamiento que garanticen el funcionamiento de un Relleno Sanitario en forma normal, es decir, construirlo conforme está proyectado, reduciendo a casi cero la posibilidad de contaminación.

En caso de suceder un evento como el que motivó la Auditoría Ambiental, determinar la pluma contaminante es un proceso para el que se necesitan muchos datos en un determinado tiempo.

Hubiera sido ideal que los operadores del RSNJ hubieran efectuado monitoreos subterráneos luego del evento, para ir construyendo lo que significa el modelo para la determinación de la pluma contaminante. Del mismo modo, hubiera sido muy provechoso el hecho de que dichos monitoreos hubieran sido efectuados cada cierto tiempo en la etapa de operación del evento, sin embargo, ello no ha ocurrido.

Por dicha razón, se ha procedido a correr el modelo con todos los datos existentes (que son escasos) y con el monitoreo que la empresa efectuó. Para ello se utilizó el programa Visual Modflow.

A.4.4.9.1 Generalidades

El Visual Modflow es un Software de modelado de flujo de agua subterránea y transporte de contaminantes, es más que una simple interfaz gráfica de usuario para simulaciones de agua subterránea MODFLOW. Visual MODFLOW Flex reúne códigos estándar de la industria para el flujo de aguas subterráneas y el transporte de contaminantes, herramientas esenciales de análisis y calibración, y sorprendentes capacidades de visualización en 3D en un entorno de software único y fácil de usar.[11]

A.4.4.9.2 Ejemplo de Modelo Conceptual

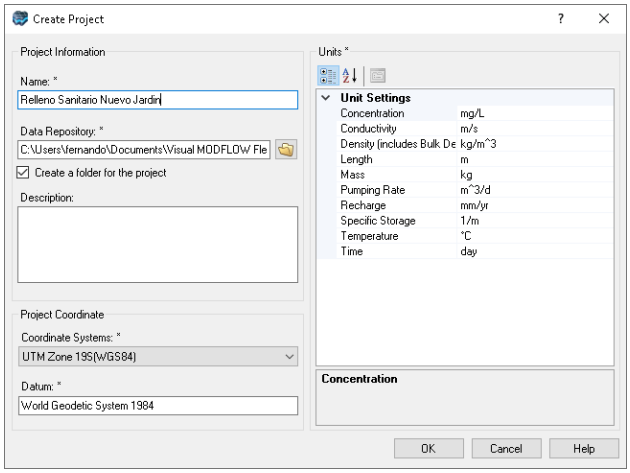


Figura A-22 Visual Modflow – Modelo Conceptual (1)
Fuente: Visual Modflow ©

Es importante inicialmente definir las unidades a utilizar en el programa puesto que ya no podrán ser modificadas futuramente.

Se ingresaron: la superficie, denominada feb_24_02tt, el contacto de arcillas y arenas, adicionalmente se introdujo el nivel estático piezométrico y un basamento, polígonos Área de influencia directa AID, área que cubre los residuos, polilíneas, río, quebrada Alpacoma y las lianas piezométricas, finalizando se ingresaron los dos puntos de monitoreo de concentraciones correspondientes al Pm-0.3-r y Pm-7.

[11] www.waterloohydrogeologic.com

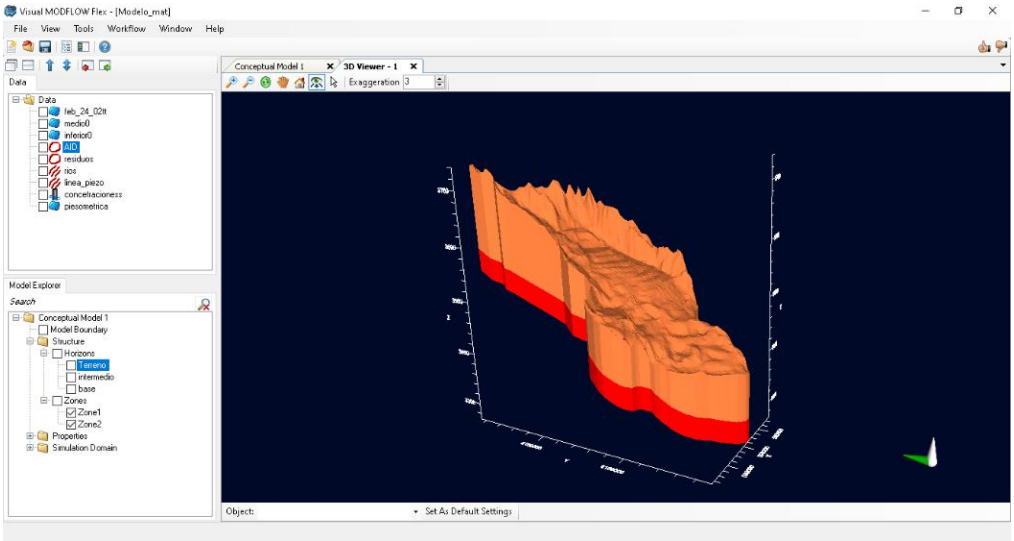


Figura A-23 Visual Modflow – Modelo Conceptual (2)
Fuente: Visual Modflow ©

A.4.4.9.3 Definición de las propiedades de las zonas

En los estudios de campo se identificaron las zonas, así como en los informes de geología e hidrogeología se identificaron Arcillas y arenas, todos correspondientes a la formación La Paz, según se presenta en la siguiente Tabla:

Tabla A-51 Zonas Hidrogeológicas

UNIDADES HIDROGEOLOGICAS	UBICACION	LITOLOGIA	PERMEABILIDAD	K cm/seg
Residuos urbanos	Celdas del Relleno Sanitario RSNJ	Rocas fracturadas consolidadas, poca porosidad	Permeables (teórico)	$1x10^{-2}$
Formación La Paz	Presente en todo el paisaje y en toda la zona	Matriz arcillosa, con presencia pequeños lentes de arenas de grano fino y microconglomerados poco consolidados	Baja Permeabilidad	CL- $4.43x10^{-3}$ SC-$2.66x10^{-2}$
Depósitos Cuaternarios	Al ser constituidos por torrentes de barro y masas deslizables se encuentran diseminadas en casi toda el área	Composicion heterogenea con clastos de areniscas hasta 15 cm, con presencia de arenas y materiales finos como arcillas	Permeables	SW-$1.8x10^{-2}$

Fuente: Elaboración Propia

Es necesaria una conductividad Hidrogeológica tridimensional en la que asumiremos el criterio de Kx=Ky=10Kz, con base en la bibliografía y experiencia profesional.

A.4.4.9.4 Condiciones de Borde

Las condiciones de borde o frontera, correspondiente a la quebrada de Alpacoma, precipitaciones y evapotranspiración para 12 meses, obtenidos en el balance hídrico para el 2019. Con respecto al nivel freático, que es una condición inicial de análisis es necesario aclarar, que en terreno tenemos solo dos muestreos, que fueron completados e interpolados con la información complementaria de otras perforaciones antiguas estudios geofísicos, lo que permitió definir el nivel freático de la zona. Recomendando la implementación de una red monitoreo de aguas subterráneas distribuidas aguas arriba como abajo.

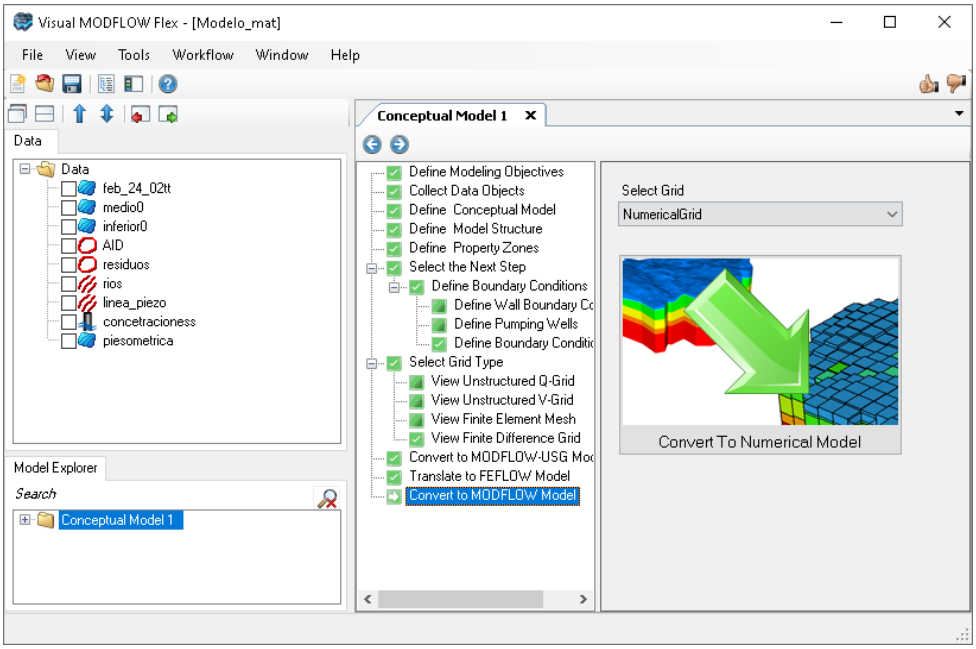


Figura A-24 Visual Modflow – Condiciones de Borde
Fuente: Visual Modflow ©

A.4.4.9.5 Grilla de diferencias finitas

La determinación de tamaño de la grilla es importante, menor el tamaño de celda mayor requerimiento de la memoria del Pc, para ser calculado, un tamaño fue establecido en 15 para vertical y 15 horizontal. Culminando la definición del Modelo Conceptual convertimos a modelo Numérico.

A.4.4.9.6 Modelo Conceptual - Aplicación.

Obtenido el modelo conceptual, se procede a la obtención del modelo Numérico, en el cual se adicionan dos nuevas propiedades, la primera fue correspondiente al polígono de los residuos sólidos, que tiene Kx=Ky=10Kz, correspondiente a residuos sólidos una propiedad de una capa permeable (arena fina con sedimento). Un segundo ingreso viene a ser un paleocanal de SurOeste a Sur que tiene una conductividad obtenida en el Piezómetro Pm-7.

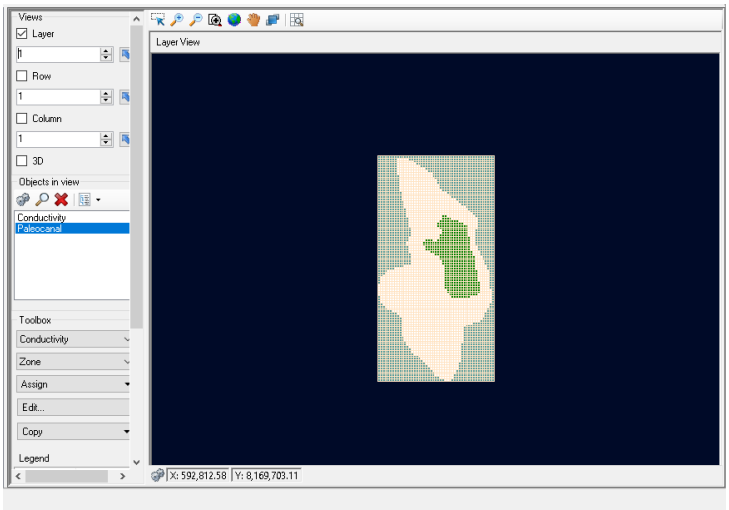


Figura A-25 Modelo Conceptual – Aplicación (1)
Fuente: Visual Modflow ©

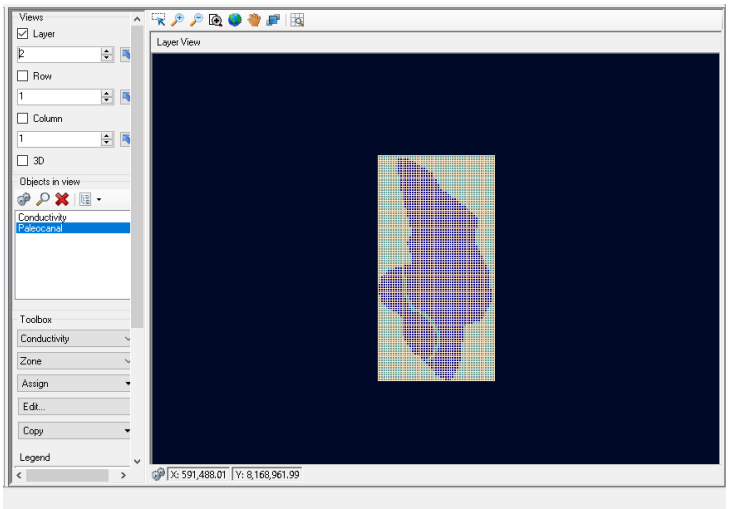


Figura A-26 Modelo Conceptual – Aplicación (2)
Fuente: Visual Modflow ©

A.4.4.9.6.1 Modelo Conceptual (Estático).

Un procedimiento inicial es hacer una primera corrida, que sería en estado estacionario, es decir sin cambios en el tiempo. Obteniendo los siguientes resultados:

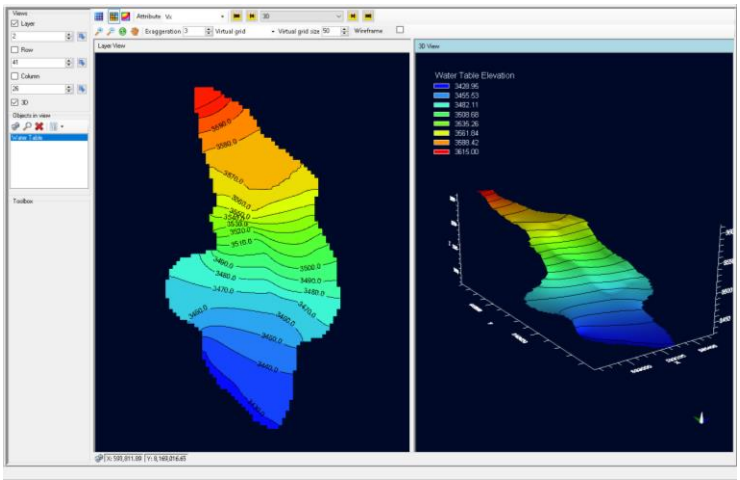


Figura A-27 Modelo Conceptual Estático
Fuente: Visual Modflow ©

Donde observan las Water Table, (nivel freático), que son aceptables, acordes a escenario inicial establecidos por el consultor, cotejando con los valores obtenidos en campo.

A.4.4.9.6.2 Modelo Conceptual (Transitorio)

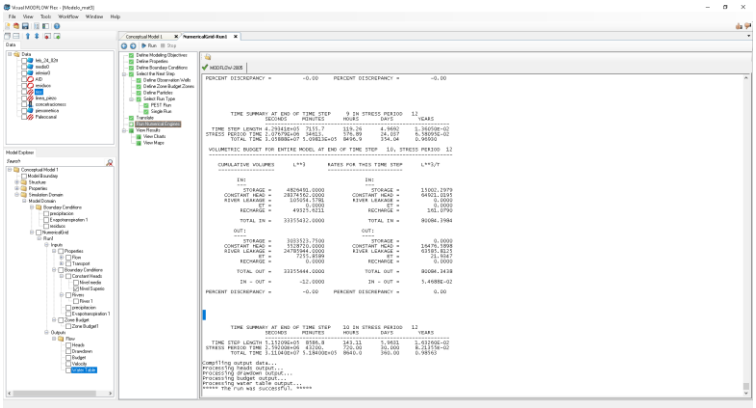


Figura A-28 Modelo Conceptual Transitorio
Fuente: Visual Modflow ©

Revisando que el modelo numérico no contenga errores, se procede a realizar el análisis en régimen transitorio 30, 60,90,120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 y 360, correspondiente a los 12 meses del año 2019.

A.4.4.9.7 Transporte de Contaminantes.

Para el transporte de contaminares se empleó la concentración obtenida en el punto Pm-7, que serán influenciados por una zona con concentracciones de Lixiviados, lo que permite obtener los siguientes resultados. Aclarando que sólo fueron simulados los procesos de Transporte de contaminantes, por lo que los procesos de advección y conexión no fueron considerados.

A modo de ejemplo, interpretaremos desde la Figura A-29 a la Figura A-38, cuyos resultados son los siguientes:

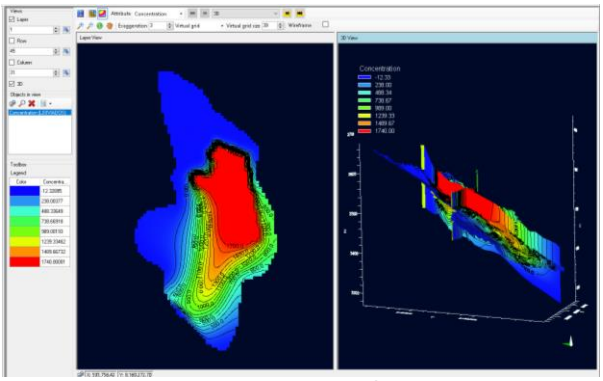


Figura A-29 Para el día 30
Fuente: Visual Modflow ©

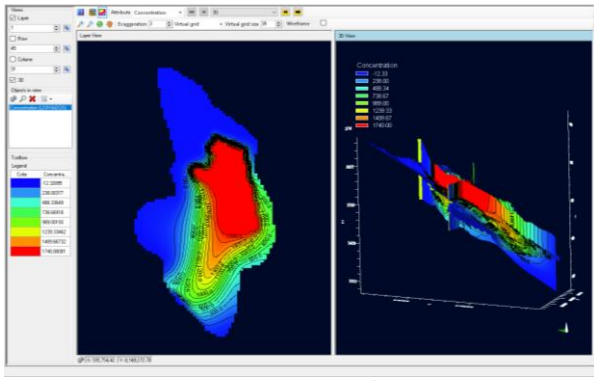


Figura A-30 Para el día 60
Fuente: Visual Modflow ©

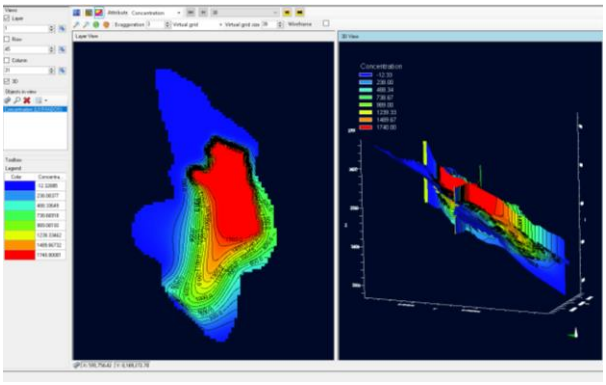


Figura A-31 Para el día 90
Fuente: Visual Modflow ©

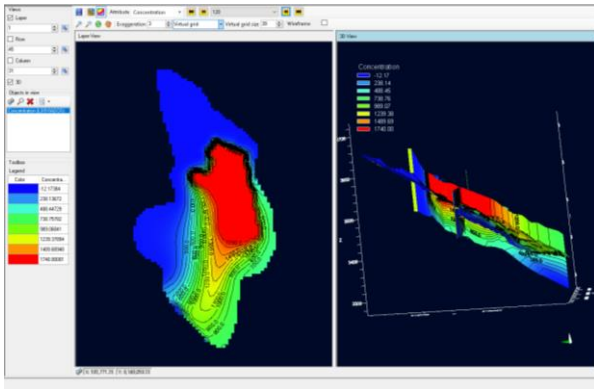


Figura A-32 Para el día 120
Fuente: Visual Modflow ©

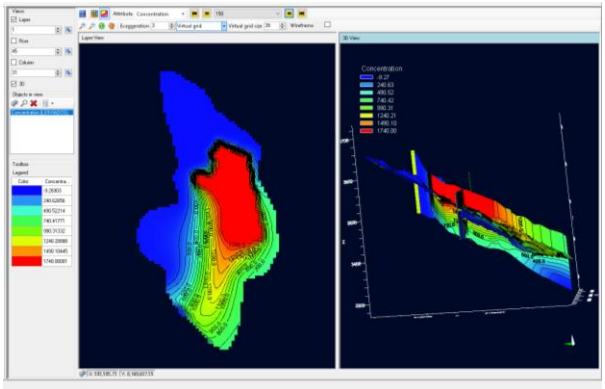


Figura A-33 Para el día 180
Fuente: Visual Modflow ©

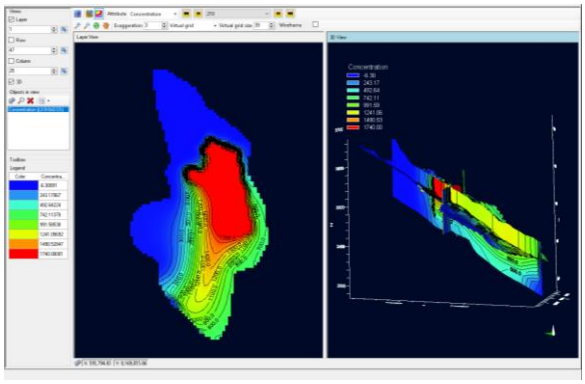


Figura A-34 Para el día 210
Fuente: Visual Modflow ©

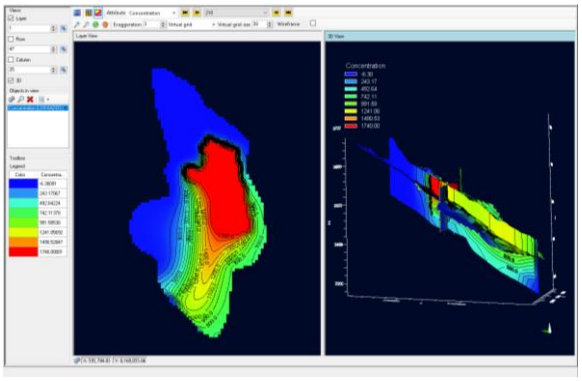


Figura A-35 Para el día 240
Fuente: Visual Modflow ©

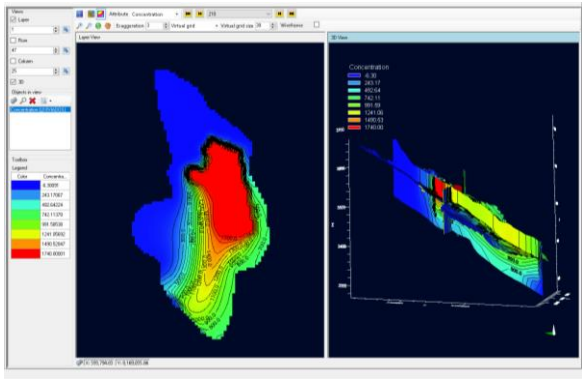


Figura A-36 Para el día 300
Fuente: Visual Modflow ©

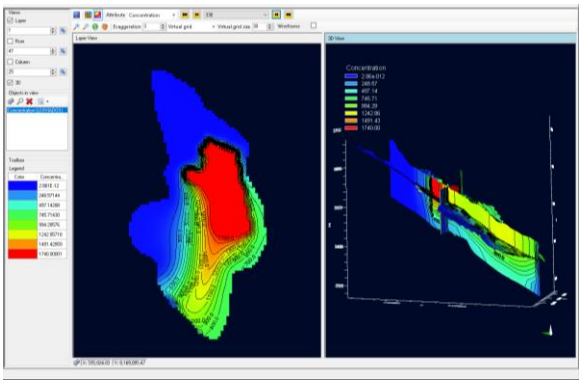


Figura A-37 Para el día 330
Fuente: Visual Modflow ©

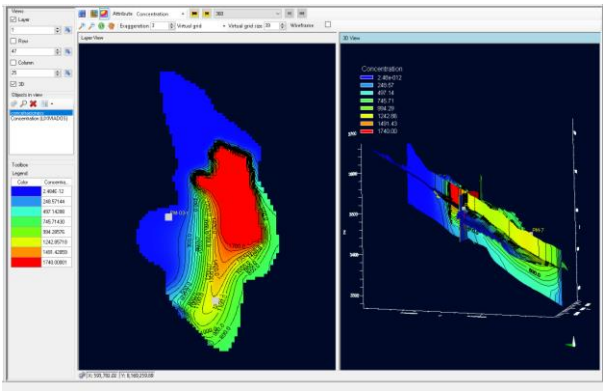


Figura A-38 Para el día 360
Fuente: Visual Modflow ©

A.4.5 Calidad de los factores ambientales

Las condiciones de calidad de los factores ambientales actuales representan la base para estimar las medidas de mitigación, adecuación y/o remediación, si aplicará el caso. A este efecto, se lograron resultados analíticos de laboratorio de cada uno de los factores ambientales de acuerdo al Programa de Monitoreo Ambiental.

- Calidad del Aire: PM10, Partículas Biológicas Viables, Biogás y olores
- Calidad de Aguas: Superficiales, Subterráneas y Lixiviado.
- Calidad de los Suelos: Suelo y queque

Para este fin se contrató a tres diferentes laboratorios: SGLAB, GreenLab (convertido en TresRíos Ltda.), con mayor acreditación que el primero y SI2M; el análisis y evaluación de los resultados de laboratorio son los siguientes:

A.4.5.1 Calidad del Aire: PM10, Partículas Biológicas Viables, Biogás y Olores

A.4.5.1.1 Partículas Menores a 10 micrones (PM10)

El Laboratorio SGLAB midió y evaluó la calidad del aire en el parámetro de partículas menores a 10 micrones (PM10) en fechas del 10 al 11 de noviembre de 2019 en dos lugares con códigos, descripción de puntos de monitoreo y resultados:

Tabla A-52 Resultados de la Calidad del Aire – PM 10

N°	PARAMETRO DE CALIDAD	CÓDIGO	RESULTADO, µg/m³	LP, µg/m³	Ubicación
1	PM10	AI-01 AA PM10	**85,4**	**150 en 24 horas**	Area Administrativa del RSNJ
2		AI-02 AA PM10	**107,7**		Vía de acceso principal al RSNJ

Fuente: Elaboración Propia

Fotografía A-3 Resultados del PM10

Fuente: Los Álamos IC SRL

A.4.5.1.2 Partículas Biológicas Viables (PBV)

La calidad del aire para el Recuento Total de Bacterias Mesófilas, Hongos, Levaduras y Salmonela se presenta en la Tabla:

Tabla A-53 Partículas Biológicas Viables

Código de Muestra	Ubicación	Partículas Biológicas Viables	Resultado UFC/m³	CONDICION
AI-01 AA PBV	Sector Norte Oficinas de SIREMU	Recuento Total Bacterias Mesófilas Totales	17 36	**Contaminado**
		Recuento de Hongos y Levaduras	87	No Contaminado
		Salmonela	0	Sin observación
AI-02 AA PBV	Marcocelda 4 – Banquina 7	Recuento Total Bacterias Mesofilas Totales	5560	**Muy Contaminado**
		Recuento de Hongos y Levaduras	222	**Ligeramente**
		Salmonela	0	Sin observación

Fuente: Manifiesto Ambiental del RSNJ – Elaboración Propia

Para el grado de contaminacióndel aire, se emplea de manera referencial la tabla de Pierre Boutin[12].

Cuadro A-30 Escala de Pierre Boutin para grado de contaminación

UFC/m³	Cualidad
Menor a 200	No contaminado
De 200 hasta 800	Ligeramente contaminado
De 801 hasta 2500	Contaminado
De 2501 hasta 8000	Muy contaminado
Mayor a 8000	Fuertemente contaminado

[12] Boutin M. Torre Moline e Boissinot. Advances in Aerobiology. Bimhauser Vertag Basel

Fuente: Fuente: Bacterial Atmospheric Contamination in Wastewater Treatment Plants

En el sector administrativo el aire está impactado por Bacterias Mesófilas en un grado de **Contaminado**; dentro del Relleno (Macrocelda 4 Banquina 7) el impacto es mayor a **Muy Contaminado y Ligeramente Contaminado**.

A.4.5.1.3 El biogás

Se confirmó que en el Relleno Sanitario existen 39 captadores apagados, 27 en combustión y 10 colmatados con lixiviado como se detalla en la Tabla.

Tabla A-54 Resumen Captadores

CAPTADORES	Nº
Apagados	39
Combustión	25
Lixiviados	10
Intermitente	2
TOTAL	**76**

Fuente: Elaboración propia por inspección de campo.

En el trabajo de la Fase 2 (En Anexos), se hizo el inventario de 76 captadores de biogás y con especificación de su status. A la fecha, el relleno sanitario en etapa de cierre ha sido cubierto casi en su totalidad con una geomenbrana y se ha recompuesto la captación del biogás.

Complementariamente, durante el trabajo de campo para evaluar la calidad de las emisiones de biogás han sido caracterizadas las siguientes variables:

a. Flujo de gas (presión dinámica, presión estática, velocidad y caudal)
b. Determinación de la densidad del biogás, a partir de la composición química
c. Explosividad

Para llevar a cabo la medición de los parámetros indicados un día antes se apagaron los captadores que estarían en combustión. Las chimeneas monitoreadas son las siguientes:

Tabla A-55 Ubicación de Captadores de Biogás

Ítem	Código	Ubicación
1	AI-01 AA BIO (69)	Macro celda 4, Banquina 7
2	AI-02 AA BIO (66)	Macro celda 4, Banquina 7
3	AI-03 AA BIO (62)	Macro celda 4, Banquina 7
4	AI-04 AA BIO (33)	Macro celda 2, Banquina 3
5	AI-05 AA BIO (30)	Macro celda 2, Banquina 3
6	AI-06 AA BIO (26)	Macro celda 2, Banquina 3
7	AI-07 AA BIO (C1)	Macro celda 1, Banquina 1
8	AI-08 AA BIO (C2)	Macro celda 1, Banquina 1

Fuente: Elaboración Propia

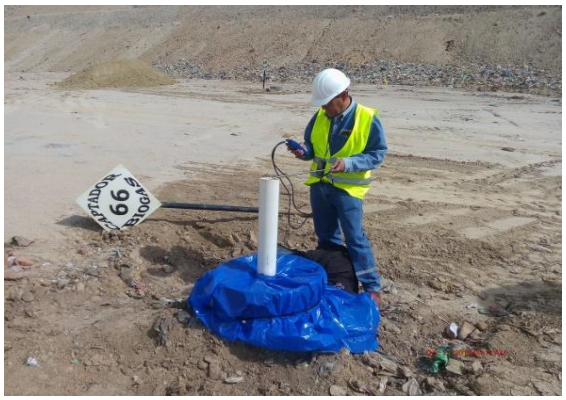
Se han monitoreado ocho (8) chimeneas pertenecientes a 3 macro celdas que emiten biogás a diferentes velocidades, concentraciones y flujos. Existen variaciones en el flujo de emisión. El mayor valor de flujo medido fue de 1,96 m^3/hr (chimenea 2, macro celda 1) y un valor mínimo de 0,98 m^3/hr para la chimenea 62 de la macro celda 4.

La densidad media ponderada del biogás es de 1,185 kg/m^3 en condiciones normales y como gas seco. Como gas húmedo el valor es de 1,181 kg/m^3. En las condiciones de operación la densidad del biogás es de 0,7020 y 0,003 kg/m^3.

Tabla A-56 Concentración del Biogás en Condiciones Normales

Parámetro	Código	M4	Código	M4	Código	M4	Código	M2	Promedio
	AI-01 AA BIO	69	AI-02 AA BIO	66	AI-03 AA BIO	62	AI-04 AA BIO	33	
Coordenadas	593308	8169404	593338	8169382	593355	8169355	593355	8169185	
CH_4	36,9		23,4		3,8		35,8		25,0
CO_2	22,4		14,4		2,3		22,8		15,5
O_2	4,8		13		19,5		6,2		10,9
N_2	18		48,8		73,3		23,1		40,8
Otros	18		0,4		1,1		12,1		7,9
Parámetro	**Código**	**M2**	**Código**	**M2**	**Código**	**M1**	**Código**	**M1**	**Prom Gral.**
	AI-05 AA BIO	30	AI-06 AA BIO	26	AI-07 AA BIO	C1	AI-08 AA BIO	C2	
Coordenadas	593371	8169190	593418	8169198	593362	8169097	593326	8169093	
CH_4	13,8		0,2		11		27,6		19,7
CO_2	8,9		3,7		6,2		13,9		11,8
O_2	15,6		18,7		16,2		11,3		13,2
N_2	58,7		70,3		60,9		42,6		49,5
Otros	3,1		2,1		5,6		4,5		5,9

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de laboratorio. Donde: M = Macrocelda; C: Celda



Fotografía A-4 Captadores de Biogás
Fuente: Los Álamos IC SRL

Los puntos más dinámicos y activos se encuentran en las banquinas 7, 3 y 1 donde existen mayor cantidad de captadores. En la base de cada talud se identifican emisiones fugitivas en constante actividad que llegan a la etapa de autoignición como se identificó en banquina 3 durante la medición de biogás y olores (11/12/2019).

No existen parámetros o límites permisibles de comparación para el biogás. La materia orgánica de diferente edad genera una degradación no uniforme al interior del RSNJ, entonces, la composición de

las emisiones también puede ser variable. Comparando el total obtenido en las mediciones con valores de referencia a nivel internacional se efectúa la siguiente evaluación:

Tabla A-57 Comparación de Mediciones con Valores de Referencia

Parámetro	Promedio % RSNJ	Composición de biogás de rellenos sanitarios %	Simposio iberoamericano de ingeniería de residuos*	FAO	Propiedades
CH_4	19,7	45 -65	30-65	45-70	Combustible
CO_2	11,8	34 -55	20-40	30-45	Acido, asfixiante
O_2	13,2	0-5	0-5	0,1-2	Corrosivo
N_2	49,5	0-2	5-40	0,5-5	Inerte
H_2S	-	0,5-100	0-0,01	0,001-0,002	Corrosivo, olor, toxico
Otros	5,9	-	-	-	

Fuente: Elaboración propia en base a resultados y valores referenciales. *Emisiones de biogás producidas en rellenos sanitarios 24.09.09. Colombia.

Los datos nos permiten concluir que el relleno sanitario genera mayor concentración de metano en relación a CO_2 promovido por una adecuada acción de descomposición de los residuos, sin embargo, la composición del biogás tiene un porcentaje mayor de generación en N_2 respecto a los dos primeros componentes siendo un gas inerte en ese porcentaje, no representa efectos adversos nocivos a la calidad del aire.

A.4.5.1.4 Olor

La norma UNE-EN 13725: 2004 para la "Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica", define el olor como "la propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira sustancias volátiles".

El olor es uno de los tipos de contaminación de aire mas complejos, debido a su naturaleza difusa y su capacidad de oxidación ante el contacto con la atmosfera, dependiendo del compuesto. Podría provocar alteraciones sobre el comportamiento humano y generar respuestas no específicas ya que la percepción entre un individuo y otro también es variable.

La caracterización de la percepción del olor y sus efectos a la salud, se basa en el conocimiento de los constituyentes químicos asociados con las emanaciones de olores, compuestos químicos de azufre y nitrógeno.

El umbral de olor es usado para su detección por el 50% de un panel humano. El ácido sulhidrico tiene el umbral de olor es de 14 mg/m^{3}como limite máximo de exposición laboral de un puesto de trabajo.

Se identificaron tres (3) lugares de evaluación, en la cuales las emisiones de biogás se presentaban con mayor intensidad. En cada punto se seleccionó el punto de escape representativo. El instrumento de medición muestra y registra en tiempo real.

Los puntos evaluados fueron los siguientes:

Tabla A-58 Determinación de la máxima concentración de SH_2 emitida

N º	Código	Ubicación y Coordenadas UTM WGS 84	Concentración		Q	Área	Qa
			ppm	mg/m^3	m^3/h	m^2	g/ (s.m^2)
1	AI.01 AA OL	Canal de conducción de Lixiviados 593440; 8169198	14	21,25	1,5	12000	0,0000007
2	AI.01 AA OL	Canal de conducción de lixiviados 593324; 8169180	29	41,02	1,4	12000	0,0000014
3	AI.01 AA OL	Canal de conducción de Lixiviados 593404; 8169222	32	48,58	2,2	12000	0,0000025

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de laboratorio

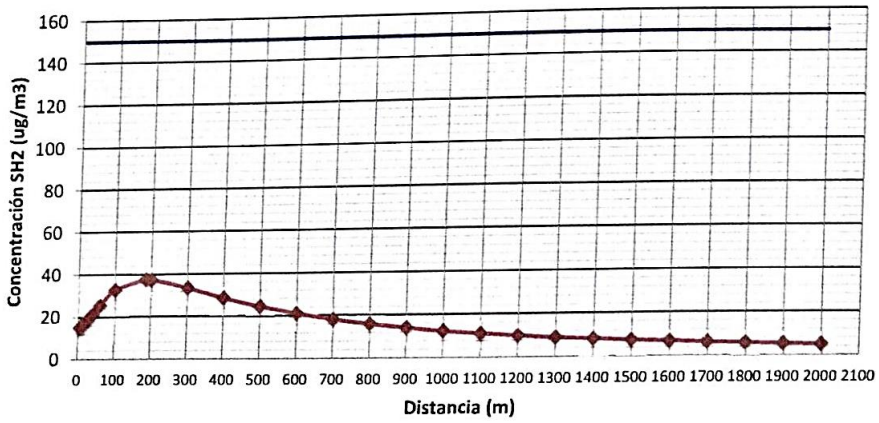


Gráfico A-11 Perfil de Concentración de SH_2 en RSNJ
Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de laboratorio

El olor medido en base a la concentración de SH_2, tiene su máxima concentración a una distancia de 185 metros a partir del punto 3, correspondiente a emisión fugitiva en canal de conducción de lixiviado fresco con un valor de 37,67 µg/m^3.

A una distancia de 650 m, punto del portón de ingreso desde el punto de emisión, la concentración es de 20 µg/m^3, a una distancia de 1.5 km, sector de ladrilleras, la concentración es de 7,56 µg/m^3, en ambos casos, no se supera el nivel mínimo sensorial de 31,08 µg/m^3. A una distancia de 2.0 km a la redonda, el nivel de olores es de 5,10 µg/m^3, muy por debajo del valor de reglamento de SH_2 en el aire igual a 150 µg/m^3 (Gráfico A-11). Considerando la temperatura de la atmósfera (15,1 °C) y la velocidad del viento (10,7 km/hr), la dispersión de olores no será sensorialmente perceptible en el perímetro del relleno sanitario.

Las muestras fotográficas captan el momento de la medición de los olores en el RSNJ.

Fotografía A-5 Medición de la concentración de olor a través del nivel de SH_2 en el aire
Fuente: Los Álamos IC SRL

A.4.5.2 Calidad de agua

A.4.5.2.1 Aguas superficiales

Las aguas superficiales fueron evaluadas en base al alcance del DBC con cinco (5) puntos de monitoreo; tres (3) puntos en la quebrada Alpacoma (antes del relleno, a la altura del dique 3, a la altura de los diques 1 y 2 y dos (2) puntos en el río Achocalla (antes y después de la confluencia de la quebrada Alpacoma con el río Achocalla).

Los parámetros que se encuentran dentro de los límites permisibles para todos los puntos analizados son: pH, conductividad, cloruros (Cl-) y sodio (Na) con valores de 6-9 escala, 500 y 200 mg/l, respectivamente, además del plomo.

Por su parte, se generó indicadores de calidad de aguas superficiales por medio de la Tabla A-59 y Gráfico A-12. Los índices se calcularon dividiendo el valor de laboratorio entre el límite permisible. Exceso de los límites permisibles según Tabla A-60.

Tabla A-59 Resultados de la calidad de Aguas Superficiales, Quebrada Alpacoma y río Achocalla

Ubicación		**Norte**	8168858	8168491	8168645	8168555	8168580	**Limites Permisibles Clase D RMCH Anexo A-1**
		Este	5929975	593339	594839	594877	595032	
		Zona	19					
N°	**Parámetro**	**Unidades**	**AG-01 AA ALPA**	**AG-01 AA ALPA**	**AG-01 AA ALPA**	**AG-01 AA ALPA**	**AG-01 AA ALPA**	
1	pH in situ	Escala	8,59	8,83	8,34	8,15	8,30	6 a 9
2	Conductividad in Situ	µS/cm	1388	1410	1288	551	792	ND
3	DBO_5	mg/l	**908**	**1796**	**2740**	**92.5**	**1296**	<30
4	DQO	mg/l	**2450**	**4850**	**7400**	**250**	**3500**	<60
5	Cloruros	mg/l	74,37	72,89	75,83	29,84	37,83	500
6	Sulfatos	mg/l	**500**	**1500**	**2500**	250	**500**	400
7	Nitritos	mg/l	**23,50**	**17,75**	**30**	**7**	**10,25**	1
8	Nitratos	mg/l	**2850**	**3050**	**3450**	**700**	**1587,5**	50
9	Solidos Totales	mg/l	120506	207653	346940	36180	35896	ND
10	SST	mg/l	**69660**	**206680**	**342050**	**35000**	**93300**	60
11	N Amoniacal	mg/l	**350**	**382,5**	**485**	**95**	**97,50**	2
12	Fósforo Total	mg/l	**10**	**15**	**10**	**2,5**	**5**	0,32
13	Sulfuro Total	mg/l	**1,75**	**3,75**	**29**	**10,25**	**7,125**	1
14	Cianuros	mg/l	**1**	**1**	**1**	**0,25**	**0,25**	0,1
15	A&G	mg/l	**1,1**	**1,4**	**1,8**	**<1,0**	**<1,0**	1

Ubicación		Norte	8168858	8168491	8168645	8168555	8168580	Limites Permisibles Clase D RMCH Anexo A-1
		Este	5929975	593339	594839	594877	595032	
		Zona	19					
N°	Parámetro	Unidades	AG-01 AA ALPA	AG-01 AA ALPA	AG-01 AA ALPA	AG-01 AA ALPA	AG-01 AA ALPA	
16	Hierro	mg/l	**105**	**140**	**240**	**12,5**	**75**	1
17	Manganeso	mg/l	**12,75**	**23,25**	**39,25**	**3**	**9,875**	1
18	Plomo	mg/l	0,0013	0,0013	0,0013	0,0008	0,0013	0,1
19	Sodio	mg/l	50,42	49,47	51,67	22,05	26,47	200
20	Mercurio	mg/l	**0,0032**	**0,0033**	**0,0033**	**0,0012**	**0,0012**	0,001

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio

Fotografía A-6 Toma de muestra AG-01 AA-ALPA

Fotografía A-7 Toma de muestra AG-02

Fotografía A-9 Toma de muestra AG-03 AA-ALPA

Fotografía A-8 Toma de muestra AG-04 AA-ALPA

Fuente: Los Álamos IC SRL

Tabla A-60 Indicadores de Calidad Aguas Superficiales

	PARAMETROS	SIMBOLO	Valores Relativos					LIMITES PERMISIBLES
			AG-01 AA ALPA	AG – 02 AA ALPA	AG – 03 AA ALPA	AG – 04 AA ACHO.	AG – 05 AA ACHO.	
Atributos Ambientales Factor Agua Superficial	pH In situ	pH In situ	0,95	0,98	0,93	0,91	0,92	**9,0**
	DBO_5	DBO_5	**30,27**	**59,87**	**91,33**	**3,08**	**43,20**	**30,0**
	DQO	DQO	**40,83**	**80,83**	**123,33**	**4,17**	**58,33**	**60,0**
	Cl^-	Cl^-	0,15	0,15	0,15	0,06	0,08	**500,00**
	$SO^=$	$SO^=$	**1,25**	**3,75**	**6,25**	0,63	**1,25**	**400,0**
	NO-3	NO-3	**23,50**	**17,75**	**30,00**	**7,00**	**10,25**	**1,0**
	NO-5	NO-5	**57,00**	**61,00**	**69,00**	**14,00**	**31,75**	**50,00**
	SST	SST	**1161,00**	**3444,67**	**5700,83**	**583,33**	**1555,00**	**60,000**
	N	N	**175,00**	**191,25**	**242,50**	**47,50**	**48,75**	**2,0**
	P total	P total	**31,25**	**46,88**	**31,25**	**7,81**	**15,63**	**0,3**
	$S^=$	$S^=$	**1,75**	**3,75**	**29,00**	**10,25**	**7,13**	**1,0**
	A&G	A&G	**1.10**	**1.40**	**1.80**	1.00	1.00	**1,0**
	CN^-	CN^-	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**2,50**	**2,50**	**0,1**
	Fe	Fe	**105,00**	**140,00**	**240,00**	**12,50**	**75,00**	**1,0**
	Mn	Mn	**12,75**	**23,25**	**39,25**	**3,00**	**9,88**	**1,0**
	Pb	Pb	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	**0,1**
	Na	Na	**0,25**	**0,25**	**0,26**	**0,11**	**0,13**	**200,0**
	Hg	Hg	**3.20**	**3.30**	**3.30**	**1.22**	**1.25**	**0,001**

* Valores superiores a 1, significan que exceden los Límites Permisibles.

Fuente: Elaboración propia con base a resultados de análisis químicos

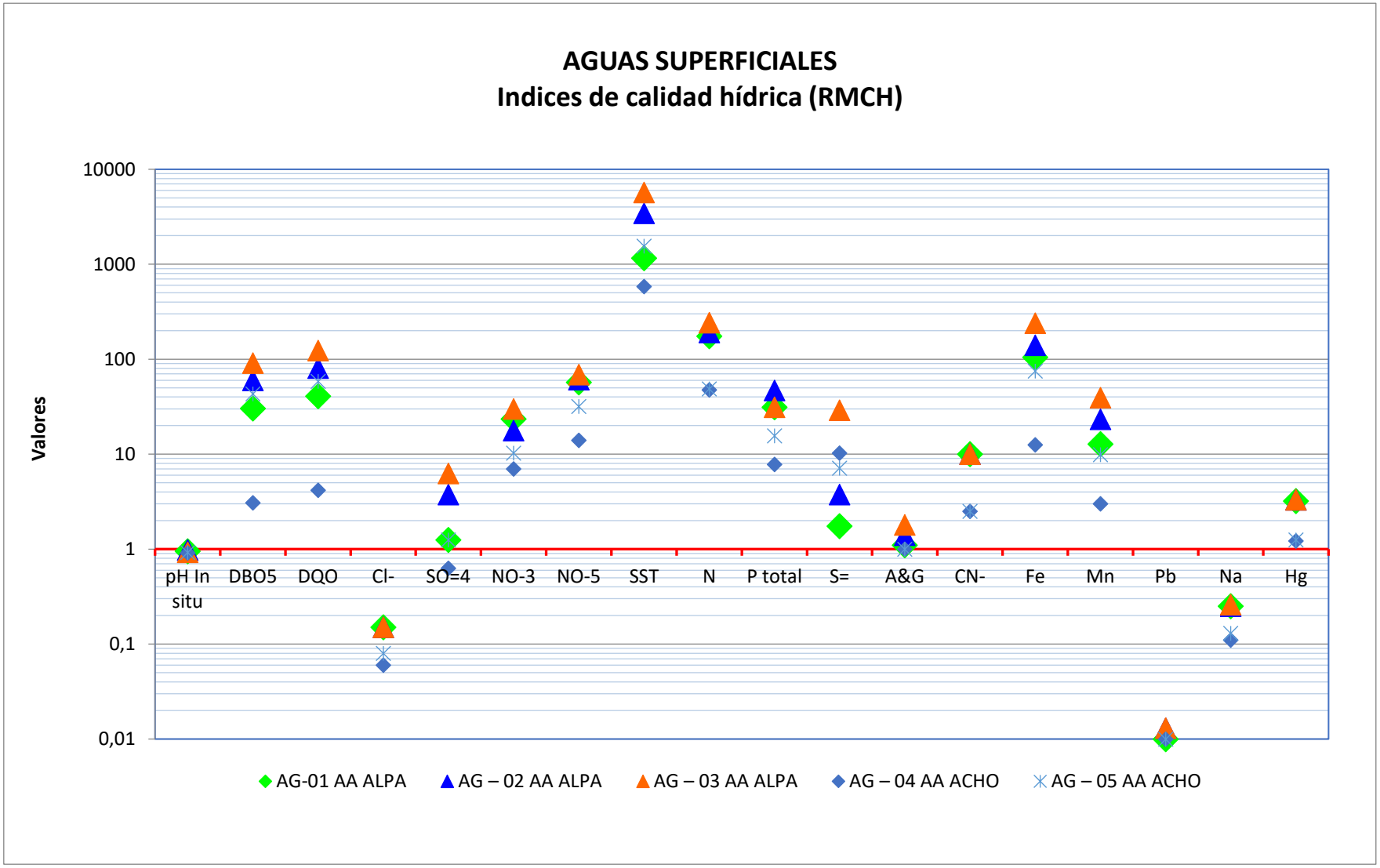


Gráfico A-12 Aguas Superficiales AA Alpacoma

Fuente: Elaboración Propia en base a Resultados de Laboratorio

Por medio del Gráfico A-12 se puede verificar que todos los puntos encima del valor 1 exceden a sus límites permisibles, solamente el pH, cloruros y en el punto AG-04 el valor de sulfatos no excede sus límites permisibles.

A.4.5.2.2 Calidad de Aguas Subterráneas

En los pozos ubicados al interior del RSNJ, y a la altura de los estanques EG 7, 8 y 9 verificar la presencia de napa freática, en caso de encontrar agua subterránea se debe proceder a la medición de la calidad del agua subterránea (redacción textual del DBC).

Dos de los tres pozos de agua subterránea fueron cubiertos por el deslizamiento. Para cumplir con las exigencias de los TdR´s y colectar muestras de agua subterránea, se instalaron cinco piezómetros, de tres se obtuvieron muestras representativas (dos someros y uno profundo de 25 m efectivo).

Los resultados de análisis químicos son los siguientes:

Tabla A-61 Análisis Químicos de Aguas Subterráneas

Ubicación		Norte	8169187	8168673	8168521	Limites Permisibles Clase D RMCH Anexo A-1
		Este	592951	593174	593297	
		Zona	19			
N°	Parametro	Unidades	AG-01 AA ALPA SUB	AG-01 AA ALPA SUB	AG-01 AA ALPA SUB	
1	pH in situ	Escala	7,2	7,09	8,85	6 a 9
2	Conductividad in Situ	µS/cm	4750	3190	5300	ND
3	DBO_5	mg/l	7	**380**	4	<30
4	DQO	mg/l	22	**1200**	13	<60
5	Cloruros	mg/l	15,5	110,7	41,8	500
6	Sulfatos	mg/l	278	137,5	95	400
7	Nitritos	mg/l	0,14	0,92	0,24	1
8	Nitratos	mg/l	36,5	0,5	22,8	50
9	Solidos Totales	mg/l	5763	58320	9740	ND
10	SST	mg/l	**1740**	**8710**	**5790**	60
11	N Amoniacal	mg/l	**10,8**	**46,3**	**7**	2
12	Fósforo Total	mg/l	**2,3**	**18,7**	0,1	0,32
13	Sulfuros Totales	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	1
14	Cianuros	mg/l	0,01	0,05	0,03	0,1
15	A&G	mg/l	**2**	**3**	**2**	1
16	Hierro	mg/l	**44,1**	**124**	**34,2**	1
17	Manganeso	mg/l	0,77	**15,9**	**1,24**	1
18	Plomo	mg/l	0,0009	0,0013	0,0013	0,1
19	Sodio	mg/l	11,3	73,1	28	200
20	Mercurio	mg/l	**0,0011**	**0,0022**	0,0009	0,001

Fuente: Elaboración propia con base a resultados de análisis químicos

Los parámetros de pH, conductividad, plomo, cloruros, sulfatos, nitritos, nitratos, sólidos totales, sulfuros totales, cianuros y sodio, no exceden sus límites permisibles, respectivamente.

Los parámetros de pH, conductividad, plomo, cloruros, sulfatos, nitritos, nitratos, sólidos totales, sulfuros totales, cianuros y sodio, no exceden sus límites permisibles, respectivamente.

Tabla A-62 Indicadores de calidad de Aguas Subterráneas

Ubicación		Norte	8169187	8168673	8168521	Limites Permisibles Clase D RMCH Anexo A-1
		Este	592951	593174	593297	
		Zona	19			
N°	Parametro	Unidades	AG-01 AA ALPA SUB	AG-01 AA ALPA SUB	AG-01 AA ALPA SUB	
1	pH in situ	Escala	0,8	0,8	1	6 a 9
2	Conductividad in Situ	µS/cm	-	-	-	ND
3	DBO_5	mg/l	0,23	**12.66**	0.13	<30
4	DQO	mg/l	0,36	**20**	0,21	<60
5	Cloruros	mg/l	0,031	0,22	0,08	500
6	Sulfatos	mg/l	0.69	0.34	0.24	400
7	Nitritos	mg/l	0,14	0,92	0,24	1
8	Nitratos	mg/l	0,73	0,01	0.45	50
9	Solidos Totales	mg/l	-	-	-	ND
10	SST	mg/l	**29**	**145.16**	**96.5**	60
11	N Amoniacal	mg/l	**5.40**	**23.15**	**3.5**	2
12	Fósforo Total	mg/l	**7.19**	**58,44**	0,31	0,32
13	Sulfuros Totales	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	1
14	Cianuros	mg/l	0,001	0,005	0,003	0,1
15	A&G	mg/l	**2**	**3**	**2**	1
16	Hierro	mg/l	**44,1**	**124**	**34,2**	1
17	Manganeso	mg/l	0,77	**15,9**	**1,24**	1
18	Plomo	mg/l	0,00009	0,00013	0,00013	0,1
19	Sodio	mg/l	0,05	0,36	0,14	200
20	Mercurio	mg/l	**1.1**	**2.2**	0,9	0,001

Valores superiores a 1, significan que exceden los Límites Permisibles.
Fuente: Elaboración propia con base a resultados de análisis químicos

La calidad de aguas subterráneas del pozo profundo AG-02 AA ALPA SUB tiene un grado de contaminación. Los niveles de DBO5, DQO, SST, N amoniacal, P total, A&G, Fe, Mn y Hg se encuentran en exceso a sus Límites Permisibles.

El pozo fue desarrollado hasta una profundidad de 36 metros, aunque la muestra de agua fue colectada de 24 metros de profundidad.

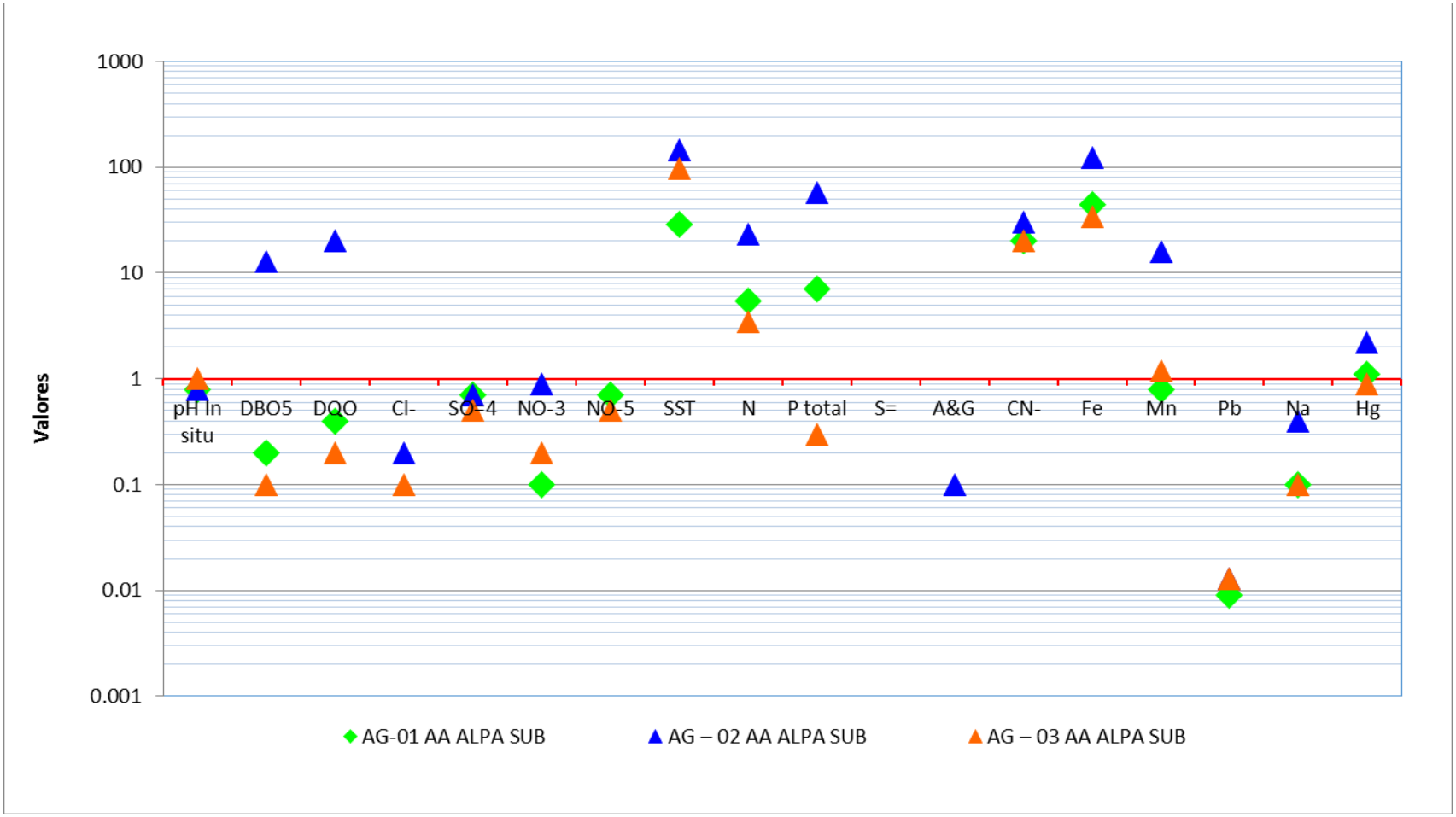


Gráfico A-13 Aguas Subterráneas

Exceso de los límites permisibles según RMCH
Fuente: Elaboración propia con base a resultados de análisis químicos

A.4.5.3 Lixiviado

El lixiviado que es considerado un contaminante potencial de los rellenos sanitarios. El manejo del lixiviado antes de la aplicación de las medidas preventivas y Plan de Cierre, implementado por el GAMLP, no era captado de manera uniforme.

Fotografía A-10 Base de talud y banquina 7

Fuente: Elaboración Propia

Al inicio de la Fase 2 era "tratado", después de su captación en distintos estanques, en la elaboración de "queques" (4 partes de tierra por 1 de lixiviado). En la actualidad se instaló una Planta de Tratamiento de Lixiviado (PTL) con una sola fase de proceso fisiquímico donde se remueve la parte orgánica sólida, aunque se continúa elaborando queques.

La elaboración de "queques" (tierra mezclada con lixiviado) no figura en la descripción de la actividad punto 3 el Manual de operaciones, ni en el Sistema de Tratamiento de Lixiviados Anexos 2 y 15 del Manifiesto Ambiental. Es tipo de tratamiento es inconveniente ambientalmente, ya que requiere un ritmo intenso de explotación del suelo original, además la disposición de los queques demanda áreas para su disposición. Además, no existe una certeza científica sobre la efectividad de su tratamiento.

Fotografía A-11 Depósito de "queques"

Fuente: Los Álamos IC SRL

A continuación, se incluye la información generada por la presente Auditoría Ambiental para obtener datos que promuevan una evaluación puntual (Ilustración A-15):

MONITOREO DE AGUA - LIXIVIADOS

FECHA: 17/12/2019
MUNICIPIO: La Paz

CODIGO: AG-04-AA ALPA-SUB

COORDENADA (PROYECCIÓN UTMH19S DATUM WGS84)	X	Y	ALTURA msnm
	593312	8169110	3632

Parametros	Unidades	AG-04-AA ALPA-SUB	Limite permisible edad RS 15 AÑOS	
p H	Unid. De pH a 25°C	8,12		
Conductividad	mS/cm	44,8		
DBO5	mg/L	10015	80	mg/L
BQO	mg/L	23020	400	mg/L
Cloruros	mg/L	21261,5	70	mg/L
Sulfatos	mg/L	180	2	mg/L
Nitritos	mg/L	11.625		
Nitratos	mg/L	662,5	1,6	mg/L
Sodio	mg/L	1402	34	mg/L
Potasio	mg/L	824	39	mg/L
Amonio	mg/L	1,67		
Calcio	mg/L	19,6		
Cadmio	mg/L	6.256	<0,05	mg/L
Cobre	mg/L	1,15	<0,5	mg/L
Cromo	mg/L	0,2		
Hierro	mg/L	14,25	0,6	mg/L
Magnesio	mg/L	286,6	0,06	mg/L
Plomo	mg/L	58.424	1	mg/L
Ziinc	mg/L	1101	0,1	mg/L

FOTO 1

FOTO 2

FOTO 3

FOTO 4

Descripción de la Ubcación del Punto::
Banquina N° 1 del RSNJ, al pie del talud

Observaciones:

Laboratorio Contratado:GreenLab

Ilustración A-15 Formularios de Monitoreo de Lixiviados
Fuente: Elaboración Propia

De 19 parámetros analizados, 13 exceden los límites permisibles referenciales, lo que implica que el lixiviado contiene una carga másica muy alta. Los parámetros significativos son típicos como el DBO5, DQO, cloruros, sulfatos, nitratos, sodio, potasio, cadmio, cobre (en menor proporción) y metales pesados como el hierro, plomo, zinc y magnesio. Los valores de referencia (Fuente: Kehew, 2001) están definidos en base a la antigüedad del relleno sanitario.

Dichos valores referenciales, tienen órdenes de magnitud muy diferentes a los resultados determinados por laboratorio para una edad de 15 años de antiguedad, señala que el evento del deslizamiento ha generado una línea divisoria que interrumpe la correlación de etapas de antigüedad por la disposición de los residuos sólidos municipales, la fase de degradación que indican los resultados de laboratorio muestran que la descomposición de los residuos del RSNJ generan un lixiviado acorde a un relleno sanitario de la edad de un año.

A.4.5.3.1 Calidad de los Suelos

El DBC requiere: *"Realizar calicatas en suelo firme (al menos 3, en orientación de la macrocelda 4 hacía el río Alpacoma) de una profundidad de 3 metros y ejecutar muestreo por cuarteo en cada horizonte de suelo identificado"*. Se excavaron tres calicatas y se obtuvieron cinco (5) muestras, una muestra de la calicata norte, dos del pozo centro y dos del pozo ubicado al sur del RSNJ.

Tabla A-63 Resultados Analíticos de los Suelos del RSNJ

Ubicación	Norte	8169450	8169178	8169177	8168753	8168754	**Límites permisibles***	**Unidades**
	Este	593196	593073	593070	593092	593097		
	Zona	19	19	19	19	19		
Parámetros	**Unidades**	**SS–01–01 AA ALPA.**	**SS–02–01 AA ALPA.**	**SS–02–02 AA ALPA.**	**SS–03– 01 AA ALPA**	**SS–03–02 AA ALPA**		
pH (pasta)	Escala	8,76	8,79	9,22	8,85	8,99	6 a 8	Escala
Aceites y Grasas	mg/Kg	5,8	3,8	2,6	3,4	2,2	500	mg/Kg
Cobre	mg/Kg	14,31	11,45	1,94	6,69	1,6	30	mg/Kg
Plomo	mg/Kg	7,87	6,42	4,65	6,58	3,46	25	mg/Kg
Mercurio	mg/Kg	2,5	2	1,52	1,85	0,85	0,1	mg/Kg
Zinc	mg/Kg	11,65	8,52	5,48	7,82	5,12	60	mg/Kg
* Criterios referenciales de calidad del Suelo - Norma Técnica de suelos; www.quitoambiente.gob.ec. Biblioteca virtual								

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de análisis químicos

Durante la colecta de muestras se realizó una evaluación geológica, determinando sus horizontes. A pesar de que la evaluación geológica señaló la homogeneidad de los suelos, de las calicatas 2 y 3 se colectaron dos (2) muestras de cada una. Su descripción es la siguiente:

Tabla A-64 Muestreo por Calicatas

Código/calicatas	Cantidad
SS-01-01 AA ALPA, Pozo 1 material in situ, grava areno arcillosa-arena gravosa	1
SS-02-01 AA ALPA, Pozo 2 material in situ, grava areno arcillosa-arena gravoso	1
SS-02-02 AA ALPA, Pozo 2 horizonte bioturbado o disturbado	1
SS-02-02 AA ALPA, Pozo 3 material in situ, grava areno arcillosa-arena gravoso	1
SS-02-02 AA ALPA, Pozo 3 horizonte bioturbado o disturbado	1
TOTAL	**5**

Fuente: Elaboracion Propia

Dos parámetros exceden los límites permisibles referenciales asumidos de vecino país del Ecuador. El pH y la concentración de Mercurio (Hg), que de alguna manera refleja concentraciones en las aguas superficiales.

Los indicadores de calidad se determinan por comparación a sus límites permisibles referenciales:

Tabla A-65 Indicadores de Calidad de los Suelos

Parámetros	Unidades	SS-01-01 AA ALPA	SS-02-01 AA ALPA	SS-02-01 AA ALPA	SS-02-01 AA ALPA	SS-03-02 AA ALPA	Límite
pH (pasta)	Escala	1,10	1,10	1,15	1,10	1,12	6 a 8
Hg	mg/kg	25	20	15,2	18,5	8,50	0,1

Nota: Los valores mayores a 1 indican que exceden sus límites permisibles.
Fuente: Elaboración propia

A efectos de tener un criterio técnico y conocimiento de la composición de la resultante de las mezclas térreas con lixiviado (queques), se ha realizado el análisis de una porción de los denominados queques, sus resultados se demuestran a continuación:

Tabla A-66 Resultados Analíticos de "queques" del RSNJ

Ubicación		Norte	8969118	Límites permisibles[13]
		Este	592831	
		Zona	19	
Parámetros		Unidades	SS-04 AA ALPA	
1	pH	Escala	8,46	6 a 8
2	Conductividad	mS/cm	1854	2
3	Cadmio	mg/Kg	11,68	0,5
4	Cobre	mg/Kg	14,12	30
5	Cromo +3	mg/Kg	36,45	20
6	Cromo +6	mg/L	21,66	2,5
7	Hierro	mg/Kg	885,4	
8	Plomo	mg/Kg	10,24	25
9	Zinc	mg/Kg	56,25	60
10	Mercurio	mg/Kg	5,42	0,1

Fuente: Elaboración Propia con base en análisis de laboratorio

El 60% de los parámetros exceden sus límites permisibles para los parámetros de pH, conductividad, cadmio (Cd), cromo+3 (Cr+3), cromo +6 (Cr+6) y Mercurio (Hg).

Tabla A-67 Indicadores de calidad de "queque"

Ubicación	Norte	8969118	Límites permisibles*
	Este	592831	
	Zona	19	
Parámetros	Unidades	SS-04 AA ALPA	
pH	escala	1,06	6 a 8
Conductividad	µS /cm	927	2
Cadmio	mg/Kg	23,36	0,5
Cromo +3	mg/Kg	1,82	20
Cromo +6	mg/L	8,66	2,5
Mercurio	mg/Kg	54,42	0,1

Fuente: Elaboración Propia

[13] Criterios referenciales de calidad del Suelo – Norma Técnica de Suelos; www.quitoambiente.gob.ec – Biblioteca virtual

Las concentraciones del Cobre (Cu), Hierro (Fe), Plomo (Pb) y Zinc (Zn) en el queque no exceden los límites permisibles referenciales asumidos del Ecuador.

En base a los resultados de la tabla de indicadores de suelos, podemos afirmar que de acuerdo a la ecotoxicología del cadmio es uno de los elementos más tóxicos, su movilidad en el medio depende de varios factores como el pH, potencial Redox, cantidad de materia orgánica, presencia de arcillas y óxidos de hierro. Su fuente son los aerosoles. En suelos alcalinos el cadmio no es móvil. La fijación del cadmio es mayor en suelos con contenidos orgánicos de materia orgánica y textura fina; aunque su elevada concentración de 11.68 mg/kg, representa un impacto ambiental que podría ser incrementado por el lavado de las lluvias. (Fuente: Ecotoxicología del Cadmio, Universidad Complutense, Facultad de Farmacia, Riesgos para la salud de la utilización de suelos ricos en cadmio, 2016).

Los indicadores de calidad del suelo para el "queque" señalan concentraciones de cuatro metales pesados de enorme impacto sobre el factor suelo, utilizados para "rellenar cárcavas profundas camino a PTL para lograr el camino de ingreso y plataformas para los estanques. De esta manera como se podrá advertir se utilizó una gran cantidad de queques secos para estabilizar estos sectores y poder aprovechar el terreno de acuerdo al proyecto. Cabe destacar que estos trabajos de gran envergadura siempre fueron coordinados con la Supervisión de SIREMU". (Fuente: TERSA GG/045/2018).

A.4.6 Medio Físico Biótico

El Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma coincide con el criterio de clasificación y características de vegetación de un piso ecológico o ecoregión puneña, según lo descrito en la clasificación biogeográfica – ecológica propuesta por Navarro y Maldonado (2002) y de ecoregiones por Ibisch P.L. & G. Mérida (eds.) (2003) respectivamente.

Esta región ecológica está caracterizada por distribuirse en las planicies y en los cerros y montañas de mediana altitud, bordeando casi todo el valle de La Paz (Beck et al. 2015). Por otro lado, una clasificación reciente diferenciada en el sur y sureste del valle de La Paz, define la ecoregión denominada Valles Secos en la parte interna y profunda que ocupa las laderas y los valles de menor altitud (con pisos altitudinales de 3100 a 3500, denominado altimontano o subandino) (Beck et al. 2015). La serie de vegetación en Alpacoma se ve diferenciada por la altitud 3200 a 3400 para una vegetación puneña xérica de la Cordillera Real, y la altitud de 3400 a 4000 del bosque puneño subhúmedo-húmedo de la cordillera Real y Titicaca (Navarro y Maldonado 2002). Ambas alturas son propias de los límites del Relleno Sanitario al norte con 3678 msnm y al sur con 3100 msnm.

A.4.6.1 Vegetación

A.4.6.1.1 Muestreo de Vegetación

Se desarrollaron dos relevamientos de campo en diferentes puntos del Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ) entre el 28 de noviembre y 04 de diciembre de 2019.

Por metodología general, se consideraron las dos AID y AII. En el AID se disponen los RSD en cambio en el AII, parte Este se cuenta con vegetación natural con niveles de perturbación humana reducida.

El muestreo de vegetación se optó por el método de los transectos, el cual es ampliamente utilizado por la rapidez con que se mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación (*Fuente: Mostacedo y Fredericksen, 200*0). Este método permite generar datos estimativos sobre cobertura, frecuencia, y dominancia para los índices de Shannon-Wiener, Sorensen e Índice de Valor de Importancia y generar una caracterización y clasificación de la vegetación.

En el AII del RSNJ se determinaron cinco sitios de muestreo desde el ingreso del RSNJ y hasta la salida en la zona sur. En los sitios 1 a 4 se realizaron 2 transectos de 50 x 2 m cada uno (0.1 ha c/u), donde se ha determinado y contabilizado las especies vegetales presentes y se estimó el porcentaje de cobertura vegetal por especie dentro de los transectos. Este mismo procedimiento se desarrolló en la AID del RSNJ, denominándolo sitio 5. Desde el puesto de control de la parte sur del relleno en dirección a Mallasilla, se desarrolló una descripción no sistemática de la vegetación (denominada sitio 6). (Ilustración A-16).

A.4.6.1.2 Descripción de las áreas de muestreo en el RSNJ

Sitio 1. Desde la parte norte al ingreso del RSNJ se puede apreciar suelos descubiertos por remociones, las especies vegetales están en proceso de regeneración lenta. En los límites externos del ingreso al relleno se aprecia individuos de eucaliptos adultos y algunas otras especies de árboles ornamentales.

Este sitio tiene pendientes de 30-40% y el suelo se encuentra descubierto entre 10 % a 30%, siendo pedregoso y suelto. El estrato herbáceo llega a una altura de 70 cm y el estrato arbustivo alcanza a 1 m de altura.

Fotografía A-12 Al centro una panoramica del sitio 1, a los costados los transectos 1 y 2
Fotografía A-13 Al centro una panoramica del sitio 1, a los costados los transectos 1 y 2
Fuente: Los Álamos IC SRL

Sitio 2. Este sitio se encuentra a unos 270 m en bajada y línea recta desde el sitio 1, lado Este del Farallón del RSNJ, el lugar es una zona donde se ha removido la tierra para realizar un terraplén. Este sitio es un ejemplo de cómo sucede la regeneración de la vegetación después de una intervención.

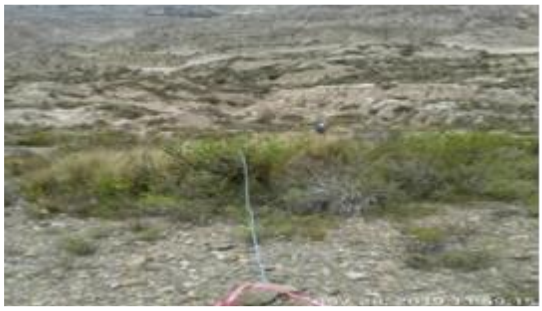
Pendiente aproximada del 70 %, el suelo es areno-arcilloso y descubierto al 60%. El estrato arbustivo es menor a 1m de altura, las hierbas son escasas y menores a 50 cm, los árboles juveniles están representados por *Nicotiana glauca* con 2 m de altura como máximo.

Fotografía A-14 Al centro un terraplén sitio 2, a los costados los transectos 3 y 4
Fuente: Los Álamos IC SRL

Sitio 3. Este lugar se encuentra descendiendo desde el sitio 2, es un valle menos pronunciado y amplio. De pendiente 20 a 30%. El estrato arbustivo alcanza hasta 1.5 m, el estrato herbáceo es denso de 50 a 80 cm, no existe árboles nativos e introducidos. Tiene depresiones generadas por erosión natural. El suelo es estable para la vegetación. A la izquierda se aprecia una vegetación más densa y continua a la derecha un área profunda con vegetación abundante, representada por pastos y cactus.

Fotografía A-15 Área de muestreo Sitio 3, transectos 5 y 6
Fuente: Los Álamos IC SRL

Sitio 4. Este sitio ubicado al sur del RSNJ en el AII, donde ha impactado el deslizamiento, está compuesto por áreas continuas de vegetación herbácea y arbustos pequeños de tholas. El transecto 7 (3515 msnm) se ubica en altura y tiene una inclinación de pendiente de 40% Aprox. una cobertura de vegetación continua. El suelo está poco descubierto en la fotografía de la izquierda.



Fotografía A-16 Vista superior del sitio 4, transectos 7 y 8
Fuente: Los Álamos IC SRL

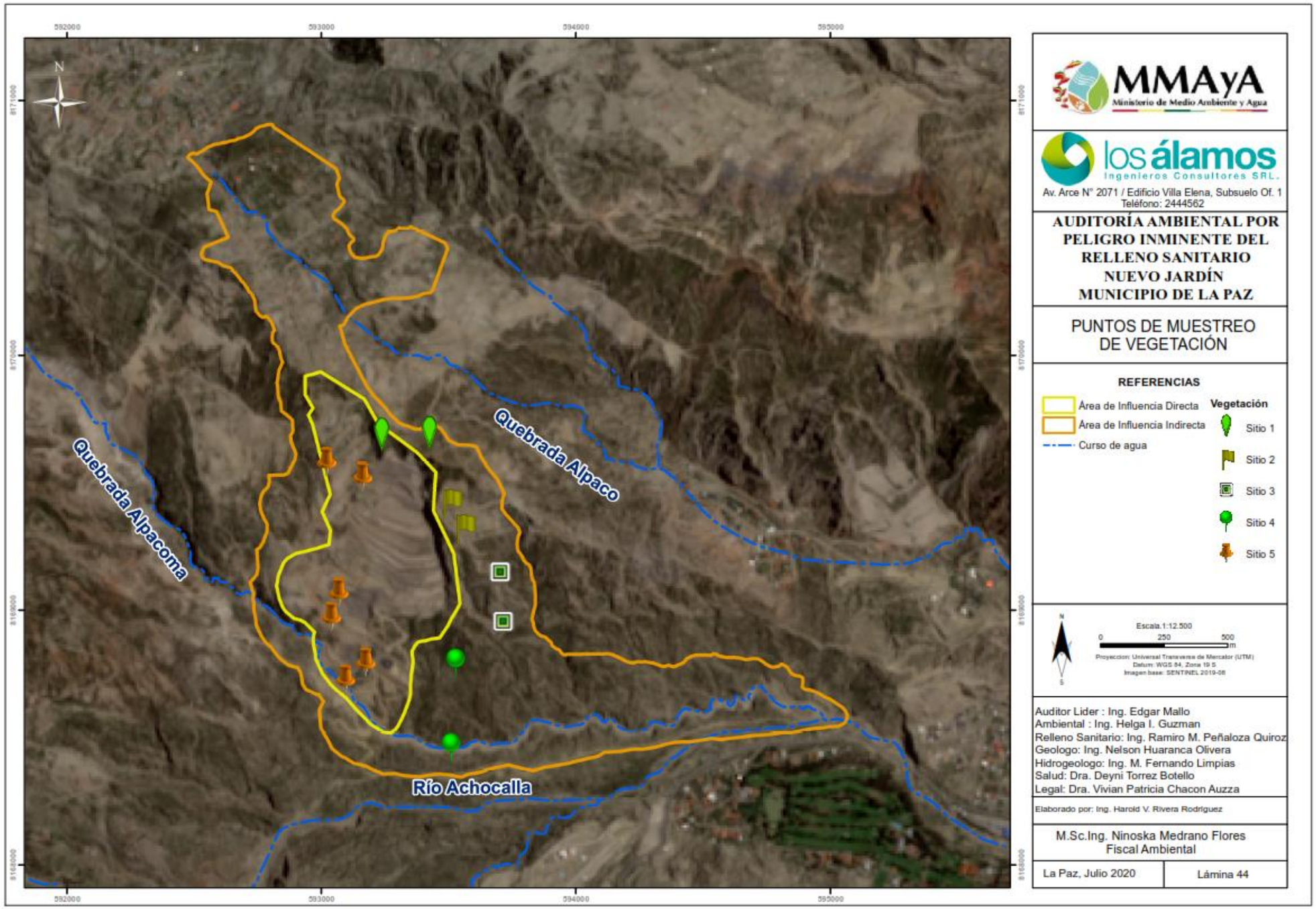


Ilustración A-16 Mapa de ubicación de los transectos de evaluación de vegetación
Fuente: Elaboración Propia

Sitio 5. Este sitio se encuentra dentro de la zona del RSNJ en áreas donde se desarrollan actividades de implementación de infraestructura (p.e. celdas, oficinas, talleres), remoción de tierra y/o cobertura vegetal, tránsito vehicular; así también donde se produjo el deslizamiento. Se caracteriza por presentar relictos de vegetación natural representados por individuos de *Tessaria fastigiata, Atriplex rusbyi y Atriplex semibaccata*, especies que estarían demostrando tolerancia a la perturbación.

Fotografía A-17 Panorama del sitio 5
Fuente: Los Álamos IC SRL

Sitio 6. En esta zona a través del camino se puede observar procesos de regeneración de la vegetación (Fotografía A-18). De manera general existe alta abundancia de cola de caballo o Ephedra americana y de Corryocactus melanotrichus. Salida del RSNJ hacia la carretera vehicular - Zona sur. Ladera con alta abundancia de *Ephedra americana*.

Fotografía A-18 Especies frecuentes en el sitio 6 saliendo del RSNJ *Opuntia sulphurea y Oreocereus fossulatus*
Fuente: Los Álamos IC SRL

A.4.6.1.3 Vegetación potencial

La Vegetación potencial está determinada por la información disponible base del Manifiesto Ambiental, año 2010, como fuente referencial oficial del área del RSNJ, como se detalla a continuación:

Cuadro A-31 Vegetación Potencial

FAMILIA	GENERO/ESPECIE	FAMILIA	GENERO/ESPECIE
Cactaceae	*Corryocactus melanotrichus*	Convolvulaceae	*Cuscuta grandiflora*
Cactaceae	*Opuntia ficus-indica*	Asteraceae	*Dasyphyllum*
Asteraceae	*Achyrocline ramosissima*	Convolvulaceae	*Dichondra argentea*
Fabaceae	*Adesmia*	Ephedraceae	*Ephedra ruizianum*
Orobanchaceae	*Agalinis lanceolata*	Poaceae	*Eragrostis spp*

FAMILIA	GENERO/ESPECIE	FAMILIA	GENERO/ESPECIE
Alstroemeriaceae	*Alstroemeria cf. Revoluta*	Asteraceae	*Gamochaeta simplicicaulis*
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Asteraceae	*Gamochaeta spicata*
Asteraceae	*Baccharis latifolia*	Asteraceae	*Gnaphalium cheranthifolium*
Cactaceae	*Borzicactus*	Rosaceae	*Kageneckia laceolata*
Poaceae	*Bothriochloa barbinodis*	Krameriaceae	*Krameria trianda*
Poaceae	*Bouteloua simplex*	Poaceae	*Melica adhaerens*
Calceolariaceae	*Calceolaria sparciflora*	Poaceae	*Muhlenbergia rigida*
Pteridaceae	*Cheilanthes bonairensis*	Asteraceae	*Mutisia acuminata*
Pteridaceae	*Cheilanthes pruinata*	Pteridaceae	*Notholea nivea*
Poaceae	*Chloris spp*	Cactaceae	*Opuntia*
Piperacea	*Peperomia galioides*	Bromeliaceae	*Tillandsia capillaris*
Asteraceae	*Proustia*	Bromeliaceae	*Tillandsia usneoides*
Schoepfiaceae	*Quinchamallium chilense*	Cactaceae	*Trichocereus bridgesii*
Rubiaceae	*Richardia coldenioides*	Parmeliaceae	*Usnea*
Selaginellaceae	*Selaginella sellowii*	Asteraceae	*Viguiera australis*
Bromeliaceae	*Tillandsia bryoides*	Asteraceae	*Viguiera procumbens*

Fuente: Elaboración Propia

A.4.6.1.4 Vegetación Real

A.4.6.1.4.1 Tipo de vegetación

Los sitios 1 y 2 corresponden a la ecoregión de Puna (semihúmeda) y por su altura es el piso Andino Inferior. La vegetación característica se basa en pajonales densos con arbustos dispersos y si hay presencia humana también se encuentra vegetación ruderal.

Este paisaje se ve representado por la dominancia de la Jarava ichu y por arbustos bajos de chilas y tholas como *Baccharis boliviensis, Baccharis latifolia, Baccharis papillosa* y *Tessaria fastigiata*, en complementariedad al tipo de suelo salino podemos encontrar la presencia de *Atriplex rusbyi*. Como característica de la zona están las plantas endémicas: *Corryocactus melanotrichus* y *Puya meziana* que se dejan apreciar desde planicies hasta laderas de pendiente fuerte.

El sitio 2, muestra la regeneración de la vegetación luego de una intervención, rápidamente se consolidan *Baccharis latifolia, Baccharis boliviensis, Dasyphyllum ferox* y *Atriplex rusbyi*. De manera particular por la cercanía a un espacio con urbanización aparecen aquellas introducidas de crecimiento rápido como *Malva assurgentiflora* (malva), *Penisetum clandestinum* (pasto común) y *Taraxacum officinale* (diente de león). Los pastos nativos como *Jarava ichu* tomarían más tiempo en su establecimiento.

Los sitios 3 y 4 pertenecen la ecoregión de Valle Seco y al piso altitudinal altimontano o subandino, por su particularidad cercana a la ciudad de La Paz. La vegetación que caracteriza la zona es de pajonales y matorrales siempre verdes y semideciduos con vegetación xerofítica y presencia de vegetación en las quebradas húmedas.

El sitio 3 se encuentra en el límite o la transición de la ecoregión de Puna y de Valle seco, es por eso que se entremezclan las especies de ambas zonas. Se tiene como representante al pasto *Jarava ichu* que está desde la Puna la quebrada Alpacoma, las tholas y chilcas (siempre verdes) y arbustos de mayor envergadura y tamaño como *Dasyphyllum ferox* (caducifolia) y *Adesmia miraflorensis*, completan los matorrales espinosos característicos del lugar. También se observa la presencia de *Corryocactus melanotrichus* y *Puya meziana* (en mayor densidad). Las depresiones también son cubiertas por vegetación como *Ephedra americana*, *Atriplex rusbyi* y algunas conspicuas como *Agalinis y Bomarea sp*.

En el sitio 4 la vegetación se va tornando diferente, debido a que se suceden aquellas especies tolerantes a la humedad y de expansión rápida como *Cortaderia sp, Atriplex semibaccata, Penisetum clandestinum* y *Solanum sp*. Aun con este cambio en composición se perciben algunos elementos que vienen desde la zona más alta del RSNJ como ser *Baccharis latifolia* y *Tessaria fastigiata* que se encuentran sobreviviendo o adaptándose a sus nuevas condiciones que pueden haberse generado por las actividades del RSNJ.

Donde se percibe el mayor efecto de la perturbación humana es el sitio 5 y 6 donde la vegetación no es continua y no contiene la misma diversidad de especies de zonas cercanas y/o similares. La regeneración y/o restauración merece atención por parte del RSNJ.

En cuanto a la familia *Alstroemeriaceae*, no se las ha podido observar porque no están en época de floración ya que ellas tienen tubérculos que están inactivos hasta la temporada de frío donde son visibles con coloridas flores, así que de ellas no tenemos registros, sin embargo, mencionar que una mayoría son nativas y resistentes a las sequías. No existen ejemplares de la familia *Pteridaceae*, tolerantes a la sequía y crecen en medio de matorrales en las laderas.

<u>Especies nativas y endémicas del área de estudio</u>

Las especies nativas que pueden encontrarse en todo el relevamiento están bien representadas por todas las chilcas y tholas mencionadas, siempre son acompañadas de pasto Ichu (*Jarava ichu*).

Las hierbas nativas encontradas son: *Agalinis sp, Bomarea sp, Krameria lappacea* y *Lepechina meyenii*. Las plantas en roseta también son importantes porque pueden crecer en riscos y en suelo plano dando cobertura al suelo y evitar deslizamientos un buen ejemplo son *Puya meziana* y *Atriplex rusbyi*.

Las especies arbóreas nativas son escasas y de poca altura como ser: *Adesmia miraflorensis, Senna aymara* y *Nicotiana glauca*, todas ellas brindan recursos alimenticios a insectos y aves.

Los cactus tienen adaptaciones morfológicas (tallos y raíces adventicias), que son un recurso importante para la fauna por la retención de agua y acumulación de azúcar, fibra y néctar.

El cactus *Corryocactus melanotrichus* (endémico para Bolivia) ha demostrado estar presente en todos los sitios de estudio, manifestando su potencial resiliencia y adaptación a la perturbación humana. Le acompañan cactus nativos como: *Oreocereus fossulatus, Cumulopuntia boliviana* y *Opuntia sulphurea* que se encuentran discretamente en el paisaje.

La bromelia *Puya meziana* (endémica para Bolivia) está presente en el área de muestreo, se encuentra en zonas con rocas (saxicola) y depresiones donde pueda desarrollarse en grandes rosetas. Sus flores constituyen un recurso para aves e insectos, lo mismo que la disposición de sus hojas permite la acumulación de agua para otros animales y ella misma en época de intenso calor.

En base al Manifiesto Ambiental del RSNJ de 2010 y la lista de especies vegetales generada en 2019, se obtuvo los siguientes resultados presentados en la Tabla A-68:

Tabla A-68 Vegetación Real

N°	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	GENERO /ESPECIE	ESTATUS	ENDEMICA	USOS
1	Higo de cabo	Aizoaceae	*Carpobrotus edulis*	Cultivada naturalizada	no	Sujeta el suelo, ornamental
2	SD	Alstroemeriaceae	*Bomarea sp*	Nativa	no	Sd
3	Kentara	Amaranthaceae	*Atriplex rusbyi*	Nativa	no	Sd
4	Kentara	Amaranthaceae	*Atriplex semibaccata*	Adventicia	no	Hierba forrajera
5	Molle	Anacardiaceae	*Schinus molle*	Nativa y cultivada	no	Medicinal, ornamental
6	Cicuta	Apiaceae	*Conium maculatum*	Naturalizada	no	Medicinal
7	Agave	Asparagaceae	*Agave americana*	Cultivada, adventicia	no	Ornamental
8	Thola supa	Asteraceae	*Baccharis boliviensis*	Nativa	no	Combustible y farmacológico
9	Chilca	Asteraceae	*Baccharis latifolia*	Nativa	no	Medicinal tradicional y farmacológico
10	SD	Asteraceae	*Baccharis linearifolia*	Nativa	no	Sd
11	Tanta thola	Asteraceae	*Baccharis papillosa*	Nativa	no	Combustible
12	Anjawaya, Llauli	Asteraceae	*Chrysanthemum coronarium*	Cultivada	no	Ornamental
13	Kanapaco, lechuguilla común, leche leche	Asteraceae	*Dasyphyllum ferox*	Nativa	no	Sd
14	Diente de león, leche leche	Asteraceae	*Sonchus oleraceus*	Naturalizada	no	Medicinal, alimenticia, forrajera
15	Tuyu tuyu, margarita, san marcos	Asteraceae	*Taraxacum officinale*	Naturalizada	no	Alimenticia, forrajera y medicinal
16	Margarita	Asteraceae	*Tessaria fastigiata*	Nativa	no	Medicinal tradicional
17	Warijo	Bignoniaceae	*Tecoma fulva*	Nativa	no	Ornamental
18	Mostaza negra	Brassicaceae	*Brassica nigra*	Cultivada adventicia	no	Medicinal y agronómica
19	Kara	Bromeliaceae	*Puya meziana*	Endemica	si	Ecológico
20	Chapitarwa	Cactaceae	Corryocactus melanotrichus	Endemica	si	Ecológico
21	Kusa kusa y picheka	Cactaceae	Cumulopuntia boliviana	Nativa	no	Ecológico
22	Phusqallo waraqo	Cactaceae	Opuntia ficus-indica	Cultivada naturalizada	no	Alimenticia
23	Tuna	Cactaceae	*Opuntia sulphurea*	Nativa	no	Medicinal
24	Tunilla, airampo	Cactaceae	*Oreocereus fossulatus*	Nativa	no	Ecológico
25	Ciprés	Cupressaceae	*Cupressus sempervirens*	Cultivada	no	Ornamental

N°	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	GENERO /ESPECIE	ESTATUS	ENDEMICA	USOS
26	Pinco pinco, p'isgo simi, sanu sanu, cola de caballo	Ephedraceae	*Ephedra americana*	Nativa	no	Medicinal
27	Acacia	Fabaceae	*Acacia retinodes*	Cultivada	no	Ornamental
28	Acacia	Fabaceae	*Acacia spp.*	Cultivada	no	Ornamental
29	Añahuaya, mishuka, ayaculi, llaulinco	Fabaceae	*Adesmia miraflorensis*	Nativa	no	Medicinal tradicional, forrajera, ecológico
30	Tarwi	Fabaceae	*Lupinus sp*	Nativa	no	Forrajera, alimentación y/o ornamental
31	Moto moto, tarkakaya	Fabaceae	*Senna aymara*	Nativa	no	Ornamental
32	Moto moto, tarkakaya	Krameriaceae	*Krameria lappacea*	Nativa	no	Medicinal, ecológico
33	Salvia	Lamiaceae	*Lepechina meyenii*	Nativa	no	Forrajera y medicinal
34	Malvon, malva común	Malvaceae	*Malva assurgentiflora*	Cultivada	no	Medicinal
35	Eucalipto	Myrtaceae	*Eucalipto spp.*	Cultivada	no	Medicinal y construcción
36	Eucalipto	Myrtaceae	*Eucalyptus globulus*	Cultivada	no	Medicinal y construcción
37	Manka panki, sojo sojo	Orobanchaceae	*Agalinis lanceolata*	Nativa	no	Ornamental
38	Manka panki, sojo sojo	Orobanchaceae	*Agalinis sp*	S/d	no	Ornamental
39	Paja brava	Poaceae	*Jarava ichu*	Nativa	no	Forrajera y construcción
40	Sehuenca, sauco	Poaceae	*Cortaderia jubata*	Nativa	no	Forrajera y construcción
41	Sehuenca, sauco	Poaceae	*Cortaderia spp*	Nativa	no	Forrajera y construcción
42	Pasto	Poaceae	*Penisetum clandestinum*	Naturalizada	no	Forrajera
43	Chakatya, chacatea	Sapindaceae	*Donodea viscosa*	Nativa	no	Medicinal y ornamental
44	Quinchimali	Schoepfiaceae	*Quinchamallium chilense*	Nativa	no	Ornamental
45	Ckapo ckapo	Solanaceae	*Lycianthes lycioides*	Nativa	no	Ornamental
46	karalawara, karallanta, mayukara, iawa, palan-palan, qara lawra	Solanaceae	*Nicotiana glauca*	Nativa	no	Ornamental
47	Papa	Solanaceae	*Solanum sp*	Nativa	no	Alimenticia

Fuente: Manifiesto Ambiental 2010 – Elaboración propia: Resultados de las especies vegetales generadas el 2019

A.4.6.2 Fauna

A.4.6.2.1 Muestreo de Fauna

El levantamiento de registros se desarrolló entre el periodo del 23 de septiembre al 4 de diciembre de 2019, los días 27, 28, 29 de noviembre y 4 de diciembre de 2019 para este fin se identificó grupos de aves y mamíferos medianos.

El registro para aves se desarrolló mediante puntos de conteo que estaban separados a una distancia aproximada de 150 a 300m (Ilustración A-17); en cada punto se registró las aves durante de 3 minutos en un radio de avistamiento de 30m. De forma paralela al realizar el desplazamiento a otro punto de observación de aves, se tomó registros de los otros grupos de fauna (avistamiento, heces, huellas). Los registros de datos para los puntos de conteo se desarrollaron entre las 06:30am a 11:00am y durante todo el tiempo de la estadía en el área de prospección.

La propuesta en la Fase I, respecto a utilizar trampas cámara para vertebrados terrestres medianos y grandes, búsquedas de rastros o individuos empleando mayor tiempo de esfuerzo por día, redes niebla, trampas para insectos, no se ejcutó en la Fase 2,

debido a la limitación de tiempo.

A.4.6.2.2 Especies registradas en general y por sector

Sitio 1. -Se registró un total de 15 especies de aves de las cuales 13 corresponden a registros en los puntos de conteo y 2 a las observaciones complementarias mientras se desarrollaban los desplazamientos a otro punto de muestreo.

En las áreas de estudio las especies frecuentes corresponden a *Mimus dorsalis, Turdus chiguanco* que presentan hábitos alimenticios de tipo omnívoro (frugívoro e insectívoro para la primera especie y granívoro, frugívoro y granívoro para la segunda). Otra especie frecuente es *Phalcoboenus megalopeterus*, ave de hábitos alimenticios de tipo carroñero asociada a los farallones, donde descansan antes de dirigirse a las áreas de residuos expuestos del relleno para alimentarse. También está la presencia de gaviotas (*Chroicocephalus serranus*) y palomas (*Patagioenas maculosa*) sobrevolando grupos por el sector, antes de dirigirse a la zona de disposición actual de residuos sólidos para la búsqueda de alimento. En otros grupos de fauna solo se registró heces de vizcacha y perros domésticos.

Sitio 2. -Se registró un total de 7 especies de aves de las cuales 4 corresponden a registros en los puntos de conteo y 3 a las observaciones complementarias mientras se desarrollaban los desplazamientos a otro punto de muestreo.

En este sector, las especies frecuentes corresponden a las especies de *Zonotrichia capensis, Asthenes dorbignyi* y *Troglodytes aedon*, la primera especie se alimenta de semillas, aunque también consume insectos y una amplia variedad de alimentos o desechos producidos por los humanos, las otras dos especies presentan hábitos alimenticios de tipo granívoro y/o insectívoros[14]. Al igual que en Sector 1, las aves más propensas a alimentarse de los desechos dentro el relleno, se las encuentra en "descanso" en los farallones (*Phalcoboenus megalopeterus*) o pasan sobrevolado por el sector (*Chroicocephalus serranus*). En otros grupos de fauna solo se registró perros domésticos.

[14] Fuente: Campos y Gómez, 2017

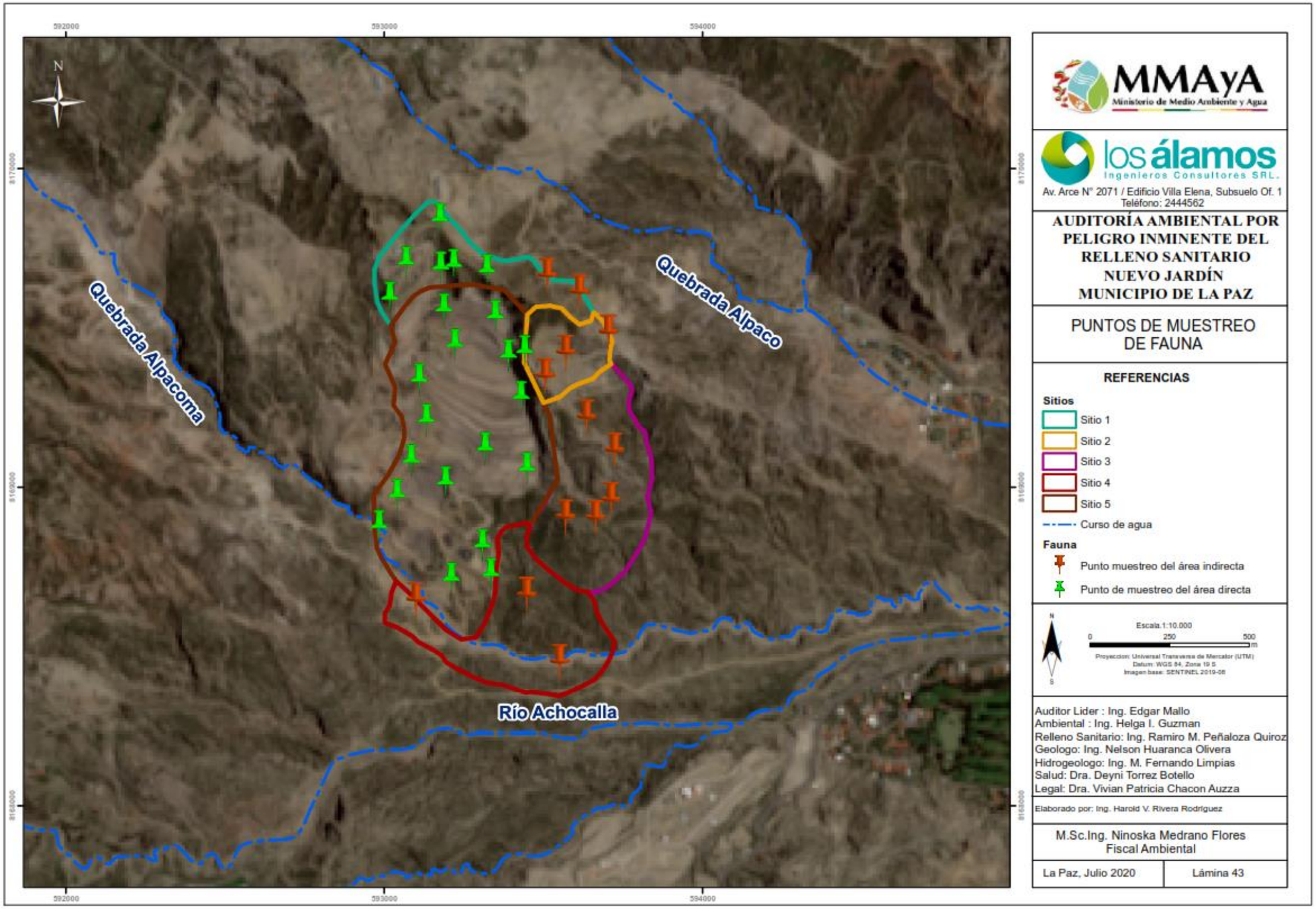


Ilustración A-17 Mapa de ubicación de puntos de conteo en aves
Fuente: Elaboración propia

Sitio 3. - Se registró un total de 7 especies de aves de las cuales 4 corresponden a registros en los puntos de conteo y 3 a las observaciones casuales mientras se desarrollaban los desplazamientos a otro punto de muestreo.

Las especies frecuentes corresponden a *Asthenes dorbignyi*. Al igual que en Sector 1 y 2, se observó un comportamiento similar en *Phalcoboenus megalopeterus, Patagioenas maculosa* y *Phalcoboenus megalopeterus*.

En otros grupos de fauna, se registró una especie de lagartija (*Liolemus spp*.), heces de vizcacha con frecuencia y perros domésticos.

Sitio 4. - Se registró un total de 4 especies de aves de las cuales 2 corresponden a registros en los puntos de conteo y 2 a observaciones casuales mientras se desarrollaban los desplazamientos a otro punto de muestreo. Las especies observadas presentan hábitos alimenticios de tipo insectívoro, nectarívoro y granívoro.

Sitio 5. - Se registró un total de 13 especies de aves de las cuales 9 corresponden a registros en los puntos de conteo y 4 a las observaciones casuales.

Las especies corresponden a *Zonotrichia capensis, Spinus atratus, Turdus chiguanco Asthenes dorbignyi* y *Mimus dorsalis* son especies con hábitos alimenticios que van desde generalistas hasta más específicos (p.e. granívoro, insectívoro).

Las grandes de poblaciones de aves posadas en el relleno activo (*Patagioenas maculosa* y *Chroicocephalus serranus*) o tendidos eléctricos (*Patagioenas maculosa*).

En otros grupos de fauna, aparte de perros domésticos, se registró una especie de anfibio en estado de desarrollo.

A.4.6.2.3 Fauna potencial

La fauna potencial está determinada por la información disponible base del Manifiesto Ambiental, año 2010, como fuente referencial oficial del área del RSNJ, como se detalla a continuación:

Cuadro A-32 Fauna Potencial

ESPECIE	NOMBRE COMÚN		
AVES			
Asthenes dorbignyi	Canastero Rojizo	*Phrygilus fruticeti*	Yal Pechinegro
Chroicocephalus serranus	Gaviota Andina	*Saltator*	Pepitero Piquigualdo
Phalcoboenus megalopeterus	Kara Kara	*Sicalis uropygialis*	Chiringüe Culigualdo
Phrygilus punensis	Chubita	*Spinus uropygialis*	Chaiñita
Spinus atratus	Chaiñita	*Vanellus resplendens*	Leke-leke
Turdus chiguanco	Chiguanco	*Zenaida auriculata*	Zenaida Torcaza
Zonotrichia capensis	Pichitanka	*Saltator*	Pepitero Piquigualdo
Colibri coruscans	Lulinchu	*Sicalis uropygialis*	Chiringüe Culigualdo
Colaptes rupicola	Yaka Yaka	**Total, aves**	19
Gallinula chloropus	Gallineta Común	**MAMIFEROS**	
Cinclodes fuscus	Kachiranka	*Akodon jelsky*	Ratón

ESPECIE	NOMBRE COMÚN		
AVES			
Diuca speculifera	Diuca Aliblanca	*Phyllotis asilae*	Ratón orejón
Patagona gigas	Colibrí Gigante	**Total, mamíferos**	2
		TOTAL	**21**

Fuente: Elaboración propia en base a información de nombres científicos y comunes de Moya et al. 2017; Herzog et al. 2017

A.4.6.2.4 Fauna Real: Inventario faunístico

Cuadro A-33 Inventario Faunístico

Grupo de vertebrados	Especies identificadas en RSNJ	Nombre común	Tolerancia Urbana	Valles secos 2600-3600 m.s.n.m.	Puna húmeda 3600-4500 m.s.n.m.	Presencia confirmada, 3100 – 3700 m.s.n.m.
ANFIBIOS	*Pleurodema sp.*	Rana	Sensibles a urbanización			Si
REPTILES	*Liolaemus sp.*	Lagartija	Sensibles a urbanización			Si
AVES	*Phalcoboenus Megalopterus*	Kara Kara	Adaptable a amb. Urbanos			Si
	Vanellus resplendens	Leke-Leke	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Colibri coruscans	Lulinchu	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Patagona gigas	Colibri Gigante	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Colibri coruscans	Lulinchu	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Zenaida auriculata	Zenaida Torcaza	Explotadora urbana, más frecuente en amb. urbanos			Sí
	Colaptes rupícola	Yaka Yaka	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Cinclodes albiventris	Kachiranka	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Turdus chiguanco	Chiguanco	Explotadora urbana, más frecuente en amb. Urbanos			Si
	Zonotrichia capensis	Pichitanka	Explotadora urbana, más frecuente en amb. Urbanos			Si
	Phrygilus punensis	Chubita	Explotadora urbana, más frecuente en amb. Urbanos			Si
	Phrygilus fruticeti	Yal Pechinegro	Sensibles a urbanización*			Si
	Saltator aurantiirostris	Pepitero Piquigualdo	Adaptable a amb. urbanos			Sí
GRUPO DE VERTEBRADOS	*Sporagra atrata*	SD	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Sporagra uropygialis	SD	Sensibles a urbanización*			Si
	Registro de especies identificadas para FASE II					
	Mimus dorsalis	Sinsonte castaño	Sensibles a urbanización*			Si
	Patagioenas maculosa	Paloma Moteada	Adaptable a amb. urbanos			Si

Grupo de vertebrados	Especies identificadas en RSNJ	Nombre común	Tolerancia Urbana	Valles secos 2600-3600 m.s.n.m.	Puna húmeda 3600-4500 m.s.n.m.	Presencia confirmada, 3100 – 3700 m.s.n.m.
	Sappho sparganurus	Colibrí Cometa	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Falco sparverius	Qilli-qilli	Adaptable a amb. urbanos			Sí
	Phytotoma rutila	Cortarramas argentino	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina Barranquera	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Troglodytes aedo	Ratona	Explotadora urbana, más frecuente en amb. Urbanos			Si
GRUPO DE VERTEBRADOS	*Columbina picui*	ortolita picui	Explotadora urbana, más frecuente en amb. Urbanos			Si
	Mimus dorsalis	Sinsonte castaño	Sensibles a urbanización*			Si
	Chroicocephalus serranus	Gaviota Andina	Explotadora urbana, más frecuente en amb. Urbanos			Si
	Spinus atratus	Chaiñita	Sin información			Si
MAMÍFEROS	*Lagidium viscacia2*	Vizcacha	sin información			Si
	Phyllotis osilae (1)	Ratón orejón	sin información			Si
	Akodon jelsky	Ratón	Frecuente en amb. urbanos			Si
	Canis lupus Familiaris (1)	Perro doméstico	Explotadora urbana, frecuente en amb. Urbanos			Si

*especies que son frecuentes en hábitats silvestres, rurales y periurbanos e ingresan eventualmente en márgenes de las urbes
Fuente: Elaboración propia en base al estudio de fauna. (1) DHV Consultores (1998)

Al comparar cualitativamente la riqueza de especies de aves reportadas en 2010 para el área directa de evaluación del RSNJ, con lo registrado entre noviembre y diciembre de 2019, se observa que un 42% de especies registradas en el Manifiesto Ambiental, fueron registradas en la presente consultoría. El restante de especies no registradas reportadas para la gestión 2010, puede deberse a temas de esfuerzo de muestreo, así como características ecológicas y etológicas propias de cada especie. Otro factor es la remoción del hábitat y las actividades constantes de la maquinaria del relleno, factores que pueden determinar que estas especies se desplacen a otras localidades colindantes y/o utilicen infraestructura del relleno.

En contraposición, en aves, se puede observar poblaciones abundantes de otras especies que puede estar en relación a la disponibilidad constante de alimento en el relleno, como es el caso para Patagioenas maculosa y Chroicocephalus serranus, especies que se las observa permanentemente en el lado oeste del RSNJ en descanso en su búsqueda de alimentación o en el trayecto hacia las actividades del área de disposición final actual de residuos sólidos.

Si bien, la variación observada puede estar en relación a factores ecológicos o del esfuerzo de muestreo, estas no pueden contrastarse de forma cuantitativa en el grupo de especies que se mantiene en los dos periodos, debido a que el manifiesto ambiental no presenta una línea base de la densidad y/o abundancia relativa de cada especie silvestre.

A.4.6.3 Estado de conservación actual de las especies

Si bien, los grupos de fauna registrados en el RSJNA en 2010 y 2019 no están bajo alguna categoría de amenaza, se tiene que considerar que estas especies están sometidas en diferente grado y de forma constante, a presiones relacionadas principalmente al cambio de uso de suelo, crecimiento urbano desorganizado, fragmentación del hábitat, contaminación química, introducción de especies exóticas, como es en el caso de diferentes especies en el valle de La Paz[15].

Se observa grupos de perros (Canis familiaris) en búsqueda de alimento dentro del RSNJ como en sus alrededores. En ese sentido, se debe evaluar si son especies domesticas o están en proceso de ser silvestres (*Fuente: Rico et al. 2017*).

A.4.6.4 Medio Perceptual (flora y fauna)

A.4.6.4.1 Análisis cualitativo de la pérdida de modificación del paisaje

Para este análisis se utilizó la serie de imágenes disponibles en Google Earth desde la gestión 2014 a 2019. En ese sentido de una serie de 99 imágenes revisadas, se presentan 5 imágenes que muestran tendencias de cambios cualitativos "resaltantes", relacionados a la pérdida de cobertura vegetal y transformación del paisaje que corresponden a este periodo de análisis; la delimitación y descripción de estos cambios, están en relación a las áreas de evaluación que se desarrolló en fauna y flora en el RSNJ.

En 2004, se observó un proceso de pérdida de cobertura vegetal y remisión de tierra de una superficie aproximada de 0.37 Ha, el cual al año 2011 se amplía considerablemente. En 2018 se advierte que la región sur del RSNJ (colindante con el área de análisis del derrame) presenta leves ampliaciones, este proceso de cambio en la cobertura de vegetación y remoción del suelo también se pudo evidenciar en marzo de 2019 y octubre 2019.

A.4.6.4.2 Modificación del paisaje y su relación con la flora y fauna

Por la lista de especies del Manifiesto Ambiental, estaríamos hablando de plantas de mayor tamaño y cobertura, especies que tienen flores vistosas para la fauna como cactáceas columnares y más hierbas de la familia Astereacea y Bromeliaceae.

Mientras transcurre el tiempo se observa una reducción de la cobertura vegetal y aumenta la exposición del suelo por los trabajos propios del relleno, factores que posiblemente han determinado la presencia de especies mejor adaptadas al estrés medioambiental como *Atriplex sp, Baccharis sp, Jarava ichu*. Muchas veces la fragmentación de paisaje ocasiona que algunas especies se desarrollen mejor por separado de las comunidades regulares.

En aves, debido a que este entorno ha sido modificado por el ser humano, especies particularmente sensibles a estos cambios ya no están presentes. Este patrón tendería a replicarse en la comunidad de aves que está en el RSNJ, debido a que el conjunto de especies registradas en las dos áreas de prospección directa e indirecta, presentan una amplia distribución y están categorizadas como especies adaptables a las urbes y explotadoras de áreas urbanas debido a que normalmente habitan en entornos urbanos con mayor proporción de edificaciones y alteración humana, como la presente en el RSNJ.

[15] Fuente: Garitano-Zavala A., M. Isabel Gómez. 2017 y Coca K y C Zambarana Torrelio, 2017

En mamíferos la única especie (*Lagidium vizcacha*) registrada varias veces, tiene la capacidad de adaptarse a ambientes antrópicos. En relación a los otros grupos de vertebrados (reptiles y anfibios) se tiene solo un registro, por lo tanto, esta frecuencia puede deberse a un efecto metodológico o al proceso de modificación del paisaje.

A.5 Evaluación del Impacto del RSNJ en la Salud

(De Grupos Poblacionales en su Área de Influencia)

El objetivo general de la investigación es evaluar el impacto de los contaminantes generados en el relleno sanitario de Alpacoma, sobre la salud de los grupos poblacionales vulnerables ubicados en su área de influencia directa e indirecta, después del evento (deslizamiento) producido en enero del 2019. El impacto negativo en salud causado por los rellenos sanitarios (RS) es un asunto de creciente preocupación en salud pública. Los potenciales efectos, van desde aumento en la prevalencia de síntomas auto-reportados tales como fatiga, somnolencia, dolor de cabeza y síntomas respiratorios, hasta bajo peso al nacer, malformaciones congénitas y ciertos tipos de En los recién nacidos, el efecto sobre su salud es un ligero aumento de la incidencia de malformaciones congénitas para los que viven cerca a los rellenos.

En los menores de 5 años los Bifenil-Policlorinados (BPC's) llevan a déficit de atención. En la población adulta mayor, la contaminación ambiental actuaría sobre condiciones crónicas ya presentes como la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), con un leve aumento de la demanda de servicios, con significativo aumento de los síntomas percibidos.

La mayoría de los efectos de los RS sobre la salud humana, no se manifiesten de manera predominante, sino a través de condiciones mórbidas poco severas que a la larga afectan las poblaciones vulnerables. Entonces, la evaluación de los posibles efectos sobre la salud de los RS, se realice en grupos considerados como vulnerables a los contaminantes que dichos rellenos producen.

No existen datos actuales sobre morbilidad y mortalidad del área de influencia del relleno sanitario, debido a que en el mes de marzo de 2019 recién se construyó el Centro de Salud Alpacoma Distrito 6. Hecho que dificulta el seguimiento y la comparación de los efectos sobre la salud del relleno sanitario y del deslizamiento como tal.

Los resultados de esta investigación pretenden ser de utilidad para la toma de decisiones de las comunidades, las autoridades sanitarias, el GMALP y MMAyA.

A.5.1 Metodología.

A.5.1.1 Área y población del estudio

El estudio fue realizado en la población aledaña al relleno sanitario de Alpacoma y a los trabajadores del relleno sanitario. Se realizaron varias visitas a la zona de influencia indirecta y directa en los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2019.

A.5.1.2 Diseño

El estudio tuvo dos componentes: uno cuantitativo y otro cualitativo. En el primero, se realizó un estudio de caso controles y para ello se utilizó una encuesta estructurada con preguntas dicotómicas, abiertas y de selección múltiple.

El estudio cualitativo, se orientó a explorar la auto-percepción del impacto del relleno sanitario de Alpacoma en la salud y en el medio ambiente, se usó como técnica de grupo focal y encuestas.

A.5.1.3 Criterios de selección.

Criterios de inclusión del grupo controles (Área indirecta).

- Su lugar de residencia estaba a 1 o menos kilómetros del perímetro del relleno.
- Las condiciones meteorológicas y topográficas indicaban una alta probabilidad de que los contaminantes emitidos desde el relleno estuvieran llegando a su lugar de residencia.
- Personas que deseen participar de la investigación.
- Criterios de exclusión del grupo controles (Área indirecta).
- Su lugar de residencia estaba a más de 1 kilómetros del perímetro del relleno.
- Población que no acepten ser parte del estudio.
- Criterios de inclusión del grupo casos (área directa).
- Trabajadores en el relleno sanitario antes del deslizamiento.
- Trabajadores que deseen participar voluntariamente del estudio.
- Criterios de exclusión grupo casos (área directa).
- Que hayan trabajado en el relleno sanitario después del deslizamiento.
- Trabajadores que no deseen participar voluntariamente del estudio.

A.5.2 Resultados

En tres meses se censaron 49 encuestas en población aledaña y 30 a los participantes que trabajan en el Relleno Sanitario de Alpacoma.

El rango de edades de los trabajadores estuvo entre 21 y 61 años, y el promedio de edad fue 39.2 años en la zona expuesta al RS (DS: ± 11.5) y 47.8 años en el área indirecta (DS: ± 14.5), con un rango de edad de 20 a 84 años (Tabla A-69).

Al comparar los grupos del área directa e indirecta tenemos que la mayoría de los encuestados son del sexo masculino 69 % comparando con el grupo de trabajadores que todos son masculinos.

En ambos grupos la mayoría son casados, en los trabajadores este estado civil es más alto (73.3% y 55.1%). Existen diferencias en el nivel de escolaridad, en los trabajadores un 63.3% concluyó la secundaria, en el segundo grupo un 40%. El 17% del grupo del área directa acudió a la universidad versus a 8% en el grupo del área indirecta. El Idioma es el castellano en ambos grupos seguido del aimara, además el castellano es el idioma con el cual se comunican en casa.

En cuanto al nivel de ingresos no existe clara diferencia siendo el promedio de ingreso de ambos grupos de 3672 y 3152 Bs/mes; el salario mínimo en el grupo de trabajadores es de 2115 y en el grupo de vecinos es de 1300 Bs/mes.

En el área indirecta el 71% de la población cuenta con un trabajo y el 41% de las parejas realizan algún tipo de actividad para colaborar con la familia. En los trabajadores solo el 26% de las parejas trabajan (Tabla A-69).

Tabla A-69 Características sociodemográficas en la población del área directa e indirecta

CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS	POBLACIÓN	
	Trabajadores.	Vecinos al RSNJ
N	30	49
Edad promedio	39.2 (11.5)	47.8 (14.5)
Rango de edad	21 - 61	20 - 84
GÉNERO		
Masculino	30 (100)	34 (69.4)
Femenino		15 (30.6)
ESTADO CIVIL.		
Casado	22 (73.3)	27 (55.1)
Concubino	2 (6.7)	9 (18.4)
Soltero	4 (13.3)	9 (18.4)
Divorciado		2 (4.1)
Viudo	2 (6.7)	2 (4.1)
RELIGIÓN		
Católico	18 (60)	29 (59.2)
Cristiana	4 (13.3)	11 (22.4)
Ninguna	6 (20)	7 (14.3)
Mormona		1 (2)
Testigo de Jehová	1 (3.3)	1 (2)
Adventista.	1 (3.3)	
NIVEL DE ESCOLARIDAD		
Secundaria	19 (63.3)	19 (38.8)
Primaria	3 (10)	14 (28.6)
Nivel técnico	3 (10)	9 (18.4)
Universidad	5 (16.7)	4 (8.2)
Ninguno		3 (6.1)
IDIOMA		
Castellano y aimara	15 (30)	26 (53.1)
Castellano	11 (36.6)	11 (22.4)
Castellano y quechua	1 (3.3)	7 (14.3)
Castellano, aimara y quechua	1 (3.3)	4 (8.2)
Castellano, ingles	1 (3.3)	
Portugués	1 (3.3)	1 (2)
IDIOMA QUE SE HABLA EN CASA		
Castellano	17 (56.6)	23
Castellano y aimara	13 (43.3)	20
Castellano y quechua		2
Castellano, aimara y quechua		4
PROMEDIO DE INGRESO	3672 Bs/mes	3152 Bs/mes
Mínimo.	2115 Bs/mes	1300 Bs/mes.
Máximo.	4800 Bs/mes	12000 Bs/mes
TRABAJO		
Si	100 (100)	35 (71.4)
No		14 (28.6)
TRABAJO DE LA PAREJA		
No	20 (66.6)	24
Si	8 (26)	20
No tiene	2 (6.6)	5 (10.2)

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-70 podemos observar que la principal actividad es el comercio (20.4%), amas de casa (16.3) y chofer y trabajos en ladrillerias (10%).

Tabla A-70 Ocupación de la población del área indirecta

OCUPACION AREA INDIRECTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
COMERCIANTE	10	20,4	20,4
AMA DE CASA	8	16,3	36,7
CHOFER	5	10,1	46,8
LADRILLERO	5	10,2	57,0
RENTISTA	4	8,2	65,2
CONSTRUCTOR	3	6,1	71,3
CARPINTERO	2	4,1	75,4
ALBAÑIL	1	2,0	77,4
ARTESANO	1	2,0	79,5
CHAPISTA	1	2,0	81,5
CONTADOR	1	2,0	83,6
COSTURERA	1	2,0	85,6
EMPLEADO	1	2,0	87,6
JUBILADO	1	2,0	89,7
MECANICO	1	2,0	91,7
OBRERO	1	2,0	93,8
PINTOR	1	2,0	95,8
PROFESOR	1	2,0	97,8
SIN DATOS	1	2,0	100
TOTAL	**49**	**100,0**	

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-71 se observa que la principal actividad en el grupo encuestado de los trabajadores es el de obrero, chofer y operador de maquinaria.

Tabla A-71 Ocupación de la población del área Directa.

OCUPACION TRABAJADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
ALBAÑIL, CHOFER	1	3,3	3,3
ALBAÑIL, SERRAJERIA	1	3,3	6,7
ALMACEN GENERAL	1	3,3	10,0
AYUDANTE MECANICA	1	3,3	13,3
CHOFER	6	20,0	33,3
EMPLEADO	1	3,3	36,7
FUNCIONARIO PUBLICO	1	3,3	40,0
LLANTERO	1	3,3	43,3
OBRERO	11	36,7	80,0
OPERADOR DE MAQUINA PESADA	4	13,3	93,3
SEGURIDAD	1	3,3	96,7
SOLDADOR	1	3,3	100,0
TOTAL	**49**	**100,0**	

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-72 se observa que la principal ocupación de la pareja en el grupo del área indirecta es el de ama de casa alrededor del 40%.

Tabla A-72 Ocupación de la pareja de la población del área directa

OCUPACION DE LA PAREJA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
AMA DE CASA	19	38,8	40,8
NO TIENE	10	20,4	95,9
LADRILLERIA	5	10,2	71,4
COMERCIANTE	4	8,2	57,1
CHOFER	3	6,1	49,0
SD	1	2,0	2,0
CARNICERA	1	2,0	42,9
EMPLEADA	1	2,0	59,2
EMPLEADO	1	2,0	61,2
LAVA ROPA	1	2,0	73,5
MILITAR	1	2,0	75,5
PINTOR	1	2,0	98,0
SERVICIO SNACK	1	2,0	100,0
TOTAL	**49**	**100,0**	

SD= Sin Datos
Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-73 podemos observar que la principal ocupación de las parejas de los vecinos de Alpacoma es de ama de casa (66.7%) seguido de comerciante (13.3%).

Tabla A-73 Ocupación de la población del área indirecta

OCUPACION DE LA PAREJA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
AMA DE CASA	20	66,7	66,7
COMERCIANTE	4	13,3	80,0
NO TIENE	2	6,7	86,7
COSTURA	2	6,7	93,4
EMPLEADA	1	3,3	96,7
INDEPENDIENTE	1	3,3	100,0
TOTAL	**49**	**100,0**	

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En ambos grupos se observa que la mayoría nació en la ciudad de La Paz, 75% (área indirecta) 43% (Área directa), (Tabla A-74 y Tabla A-75).

Tabla A-74 Procedencia de grupo del área indirecta

PROCEDENCIA VECINOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
ACHOCALLA	1	2,0	2,0
ATIQUIE	1	2,0	4,1
IRUPANA	1	2,0	6,1
LA PAZ	37	75,5	81,6
POTOSI	3	6,1	87,8
PUERTO ACOSTA	2	4,1	91,8
SANTIAGO DE HUATA	1	2,0	93,9
TARACO	1	2,0	95,9
TIWANACU	1	2,0	98,0
VISCACHANI	1	2,0	100,0
TOTAL	**49**	**100,0**	

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

Tabla A-75 Procedencia de grupo del área directa

PROCEDENCIA TRABAJADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
ACHACACHI	1	3,3	3,3
BATALLAS	1	3,3	6,7
CALAMARCA	1	3,3	10,0
CALLINZANI	1	3,3	13,3
CAMACHO	1	3,3	16,7
COCHABAMBA	1	3,3	20,0
COLQUIRI	1	3,3	23,3
COROCORO	1	3,3	26,7
EL ALTO	1	3,3	30,0
GUAQUI	1	3,3	33,3
HUAYLLANI	1	3.3	36,7
LA PAZ	12	40,0	76,7
LOAYZA	1	3,3	80,0
MALLA	1	3,3	83,3
POTOSI	1	3,3	86,7
PUCARANI	1	3,3	90,0
PUERTO ACOSTA	1	3,3	93,3
SANTIAGO DE MACHACA	1	3,3	96,7
TAMBILLO	1	3,3	100,0
TOTAL	**49**	**100,0**	

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

El promedio del tiempo de residencia es de 21 años (un mínimo de 2 años y un máximo de 62 años de residencia en la zona). El 81% de la población encuestada vive en Alpacoma, el resto vive en los alrededores, como Achocalla, El Alto y Viacha, los cuales solo acuden a la zona para trabajar en las ladrilleras (Tabla A-76).

Tabla A-76 Residencia de grupo del área indirecta

RESIDENCIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
ACHOCALLA	5	10,2	10,2
ALPACOMA	40	81,6	91,8
EL ALTO	2	4,1	95,9
VIACHA	1	2,0	98,0
VILLA COPACABANA	1	2,0	100,0
TOTAL	**49**	**100,0**	

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

Más del 70% de los trabajadores del Relleno sanitario de Alpacoma viven en las diferentes zonas de la ciudad de La Paz, solo el 20% vive en Alpacoma (Tabla A-77).

Tabla A-77 Residencia del grupo del área directa

RESIDENCIA TRABAJADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUNULADO
ALPACOMA	6	20,0	20,0
EL ALTO	1	3,3	23,3
LA PAZ	21	70,0	93,3
SD	2	6,7	100,0
TOTAL	49	100,0	

SD= Sin Datos
Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-78 se describen las características socioculturales en las dos poblaciones de estudio. En ambas poblaciones es frecuente el consumo de coca (90% área directa y 82% área indirecta), el consumo es diario y aproximadamente entre uno y dos puñados. Más del 60% en ambos grupos asisten a acontecimientos sociales de manera ocasional. En ambos grupos beben 83.3% (grupo de área directa) frente a 71.4 % (área indirecta). En el grupo de trabajadores el 50% bebe, pero está normal.

Referente al hábito de fumar en el grupo de trabajadores 50% tiene este habito y fuman entre 1 a 3 cigarrillos de manera ocasional, a diferencia del grupo de vecinos del área indirecta más del 50% no fuman, solo el 30% fuman de manera ocasional entre 1 a 3 cigarrillos/día.

Tabla A-78 Características socioculturales en ambas poblaciones de estudio

Características SOCIOCULTURALES	Población	
	Trabajadores.	Vecinos al RSNJ
N	30	49
COSTUMBRE DE COCA		
Masca	27 (90)	40 (81.6)
No masca	3 (10)	9 (18.4)
FRECUENCIA		
Diario	16 (53,3	16 (32,7)
Solo fines de semana	2 6,7	11 (22,4)
Raras veces	7 23,3	8 (16,3)
Día por medio	2 6,7	5 (10,2)
CANTIDAD		
Un puñado	13 (43,3)	23 46,9
Dos puñados	7 (23,3)	9 18,4
Tres puñados	1 (3,3)	7 14,3
Cuatro puñados	6 (20,0)	1 2,0
ASISTENCIA A ACONTECIMIENTOS SOCIALES.		
Nunca	4 (13.3)	4 (8,2)
Ocasionalmente	20 (66.7)	39 (79,6)
Un fin de semana al mes	2 (6.7)	2 (4,1)
Dos fines de semana al mes	2 (6.7)	
Tres fines de semana al mes	1 (3.3)	1 (2,0)
Todos los fines de semana del mes	1 (3.3)	3 (6,1)
HABITO DE BEBIDA		
Sí.	25 (83.3)	35 (71,4)
No	5 (16.7)	14 (28,6)
CANTIDAD		
Bebe hasta el estado de embriagues	2 (6.7)	6 (12,2)
Toma algunos vasos hasta estar alegre	8 (26.7)	12 (24,5)
Toma, pero esta normal	15 (50)	17 (34,7)
HABITO DE FUMAR		
Día por medio	2 (6.7)	1 (2,0)
Ocasionalmente	15 (50)	17 (34.6)
Solo fines de semana	3 (10)	4 (8,2)
Todos los días	1 (3.3)	2 (4,1)
Nunca	9 (30)	25 (51,0)
FRECUENCIA		
1 cigarrillo/día.	9 (30)	9 (18,4)
2 cigarrillo/día.	8 (26.7)	6 (12,2)
3 cigarrillo/día.	3 (10)	7 (14,3)
4 cigarrillo/día.	1 (3.3)	2 (4,1)

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-79 se muestra el acceso a los servicios públicos básicos, y no se observan diferencias entre la zona directa y la zona indirecta, aunque llama la atención el hecho de que aun en la zona indirecta existe una familia que no cuenta con ningún servicio básico.

En relación al servicio de agua el grupo de los trabajadores el 93% cuenta con agua potable solo el 7% acude a servicio de agua a través de cisterna y pileta pública. Pero en el grupo de vecinos que viven en el área indirecta tenemos que solo el 60% tiene acceso a agua potable, el resto recibe este servicio por pileta pública, cisterna, agua de lluvia y de pozo. En ambos grupos tienen animales domésticos de preferencia perros. Aunque en el grupo de vecinos del área indirecta más de la mitad (75.5%) tienen animales domésticos los más frecuentes son el perro, el gato y gallinas. Lo que llama la atención en el grupo de trabajadores la presencia de roedores en casa es más alta (83%) a diferencia de los vecinos del área indirecta que es la mitad de la población (51%). Entre los roedores más comunes en ambos grupos tenemos a los ratones y a las moscas, seguido de hormigas y cucarachas.

En ambos grupos se observa que la gran mayoría el depósito de basura lo tiene en el exterior y este es eliminado a través del servicio de recojo de basura por el municipio en la mayoría del grupo del área directa a diferencia del grupo del área indirecta solo la mitad (55%) tiene este servicio el resto elimina la basura al rio o lo queman (18%) o lo botan a la calle (8%).

En referencia a tipo de vivienda en ambos grupos la gran mayoría cuentan con vivienda propia (66.7% grupo de área directa y 75.5% en área indirecta), el 20% de ambos grupos viven en alquiler.

En el grupo del área directa observamos que la gran mayoría (75%) tienen entre 1 a 3 habitaciones donde viven un promedio de 4.9 personas, en el grupo del área indirecta el 72% tiene entre uno y tres habitaciones para habitar, donde el promedio de habitantes por familia es de 4 personas.

En el grupo de trabajadores el 96.6 % tienen hijos con un promedio de hijos de 2.2 donde el 86.6 % de ellos asisten al colegio. Existe diferencia en el grupo del área indirecta donde solo el 67% tienen hijos, con un promedio de hijos de 6 niños por familia y solo la mitad de ellos asisten al colegio.

En el grupo de trabajadores el 70% cuenta con baño privado a diferencia del grupo de los vecinos que viven en el área indirecta donde solo el 45% tiene acceso a baño privado, y la eliminación de heces es al aire libre en su mayoría 43% o acuden al baño público (10%).

En el grupo del área directa el 80% tiene seguro de salud el resto acude a centros de salud. En el grupo de estudio del área indirecta solo el 14% tiene acceso a seguro de salud, el 61% asiste a centros de salud cercanos y el 5% acuden a curanderos o se atienden solos. En relación a la percepción del estado de salud en el grupo de trabajadores es buena (60%) pero la percepción de salud en el grupo del área indirecta es regular (55%) (Tabla A-79).

Tabla A-79 Características de la vivienda de las dos poblaciones estudiadas

CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA	Población	
	Trabajadores.	Vecinos al RSNJ
N	30	49
SERVICIOS BASICOS		
Agua y luz	8 (26.6)	20 (40,8)
Luz	1 (3.3)	12 (24,5)
Agua, luz, alcantarillado y teléfono	10 (30)	8 (16,3)
Agua, luz y alcantarillado	11 (36.6)	4 (8,2)
Agua, luz y teléfono		2 (4,1)
Luz y alcantarillado		2 (4,1)
Ninguno		1 (2,0)
SERVICIO DE AGUA		
Agua potable	28 (93.3)	29 (59,2)
Lluvia		9 (18,4)
Pileta publica	1(3.3)	6 (12,2)
Cisterna	1 (3.3)	3 (6,1)
De otra casa		1 (2,0)
Pozo		1 (2,0)
ANIMALES EN CASA		
Si	15 (50)	37 (75.5)
No	15 (50)	12 (24.5)
PRESENCIA DE ROEDORES		
Si	25 (83.3)	25 (51)
No	5 (16.6)	24 (49)
DEPOSITO DE LA BASURA		
Exterior	28 (93.3)	41 (83.6)
Interior	2 (6.6)	8 (16.3)
ELIMINACION DE BASURA		
Recojo por basurero del municipio	29 (96.6)	27 (55,1)
Rio		9 (18,4)
Lo queman	1 (3.3)	9 (18,4)
Calle		4 (8,2)
CASA		
Propia	20 (66.7)	37 (75,5)
Alquiler	6 (20)	9 (18,4)
Anticrético	3 (10)	2 (4,1)
Prestada	1 (3.3)	1 (2)
NUMERO DE PERSONAS QUE VIVEN	4.9	4
NUMERO DE HABITACIONES		
Una habitación.	4 (13.3)	12 (24,5)
Dos habitaciones	8 (26.7)	14 (28,68)
Tres habitaciones	11 (36.7)	12 (24,5)
Cuatro habitaciones	6 (20)	12 (22,4)
Sin datos	1 (3.3)	
HIJOS EN CASA		
Si	29 (96.6)	33 (67.4)
No.	1 (3.3)	16 (32.6)
Promedio de hijos	2.2	6
Asistencia al colegio	26 (86.6)	26 (53)
BAÑO PRIVADO		
Si	21 (70)	22 (44,9)
No	9 (30)	27 (55,1)
DONDE ELIMINA HECES		
Al aire libre		21 (42,9)
Comparte con otras personas	1 (3.3)	12 (24,5)
Alcantarillado	18 (60)	5 (10,2)
Baño publico	5 (16.7)	5 (10,2)
Letrina	6 (20)	4 (8,2)
Pozo ciego		2 (4,1)

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

Tabla A-80 Características de salud en ambos grupos de estudio

	Población	
CARACTERISTICAS DE SALUD	**Trabajadores.**	**Vecinos al RSNJ**
N	30	49
ASISTENCIA EN CASO DE ENFERMEDAD		
Centro de salud	5 (16.6)	29 (59,2)
Consulta privada		7 (14,3)
Seguro social	24 (80)	7 (14,3)
Centro de salud, medicina natural	1 (3.3)	2 (4,1)
Curandero		2 (4,0)
Ellos se atienden		1 (2,0)
Ninguno		1 (2,0)
PERCEPCION DEL ESTADO DE SALUD		
Regular	11 (36.7)	27 (55,1)
Buena	18 (60)	16 (32,7)
Mala	1 (3.3)	3 (6,1)
Muy buena		3 (6,1)

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-81 podemos describir la sintomatología que refieren tanto los trabajadores, así como los vecinos en ambos grupos tenemos como principal síntoma la tos seguido de diarreas, problemas oculares estos últimos más frecuentes en la población del área indirecta por el polvo que se produce en el camino producto del ingreso de los carros basureros.

Tabla A-81 Perfil epidemiológico de síntomas
(Que presentaron durante la gestión 2019 en ambos grupos)

Enfermedad	Trabajadores	Vecinos
TOS	13	18
DIARREA	7	17
ALTERACIONES OJOS	5	10
DOLOR HUESOS Y MÚSCULOS	6	8
NINGUNO	8	7
ENFERMEDADES PIEL	2	4
RESFRIOS	1	3
VESICULA		2
CALAMBRES EN EL PIE		1
CEFALEA		1
DIABETES		1
DOLOR ESTOMAGO		1
DOLORES MENSTRUALES		1
POLIGLOBULIA		1
PRESION ALTA		1
PROSTATA		1

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En el Gráfico A-14 se puede observar que el principal síntoma es la tos en ambos grupos seguido de diarrea, problemas culares, dolor de huesos y músculos, aunque existe un grupo de personas que no refieren síntomas.

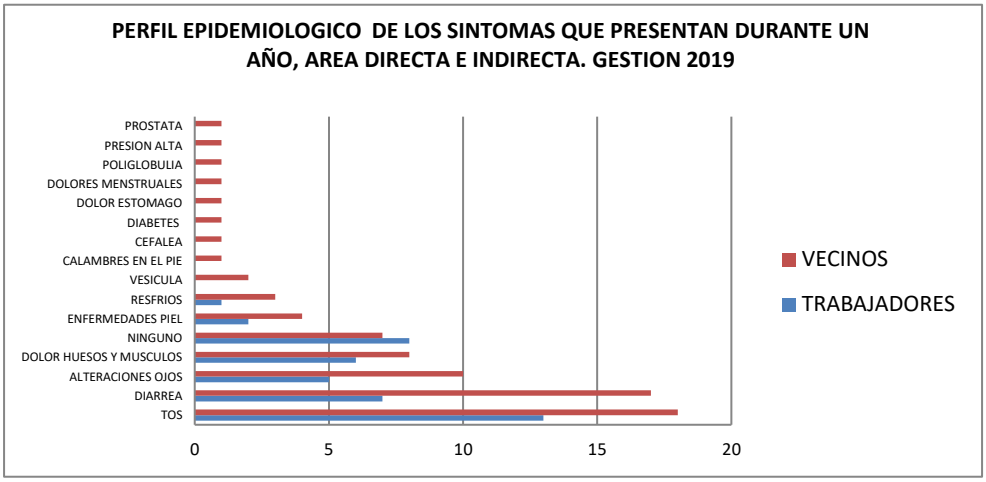


Gráfico A-14 Perfil Epidemiológico 1

(Síntomas que presentaron en ambos grupos de estudio durante un año. Gestión 2019)

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-82 se señala que después del evento producido por el deslizamiento tenemos que el síntoma más frecuente reportado en la población indirecta son las diarreas seguido de problemas oculares, tos y problemas de piel, aunque existe un grupo que no presentaron ningún síntoma.

Tabla A-82 Perfil epidemiológico después del evento del deslizamiento en ambos grupos

Enfermedad/Deslizamiento	Trabajadores	Vecinos
DIARREA	8	25
ALTERACIONES OJOS	8	17
TOS	10	14
NINGUNO	12	10
ENFERMEDADES PIEL	4	7
VÓMITOS		7
CEFALEA	2	5
DOLOR HUESOS Y MUSCULOS	5	4
DOLOR ESTOMAGO		3
ESTRÉS	1	

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En el Gráfico A-15 se puede observar que el principal síntoma reportado en el deslizamiento es la diarrea, seguido de alteraciones en los ojos, tos, aunque algunos no reportan síntomas.

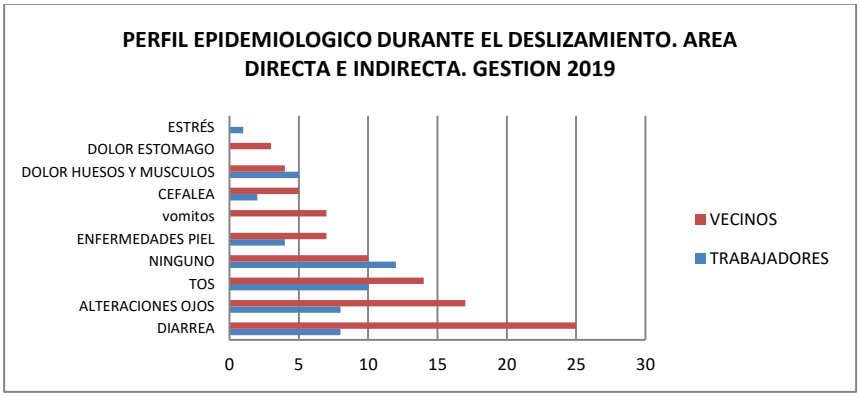


Gráfico A-15 Perfil Epidemiológico 2
(Después del deslizamiento en ambos grupos de estudio. Gestión 2019)
Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En el Gráfico A-16 podemos observar una comparación entre los síntomas reportados que presentan en el relleno y síntomas reportados durante el deslizamiento de los vecinos residentes en el área indirecta. Donde observamos un incremento en diarreas, alteraciones oculares, problemas de la piel, dolor de cabeza, lo que llama la atención es que reportan vómitos probablemente a consecuencia de los olores que emitía el deslizamiento.

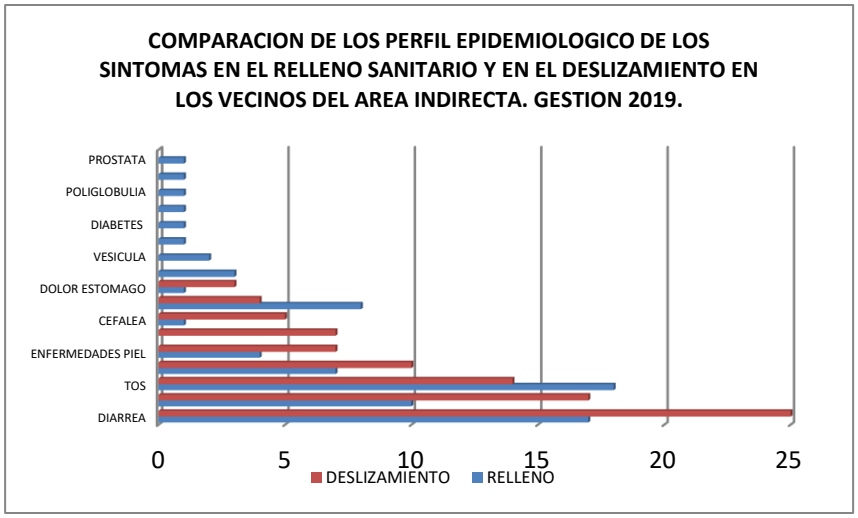


Gráfico A-16 Comparación del Perfil Epidemiológico (1)
(De los síntomas en el relleno sanitario y durante el deslizamiento en los vecinos del área indirecta. Gestión 2019)
Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En el Gráfico A-17 podemos observar una comparación entre los síntomas reportados que presentan en el relleno y síntomas reportados durante el deslizamiento en los trabajadores del RSNJ. Donde observamos un incremento en diarreas, alteraciones en los ojos, enfermedades de la piel, dolor de cabeza, aunque existe un grupo de personas que no percibieron síntomas.

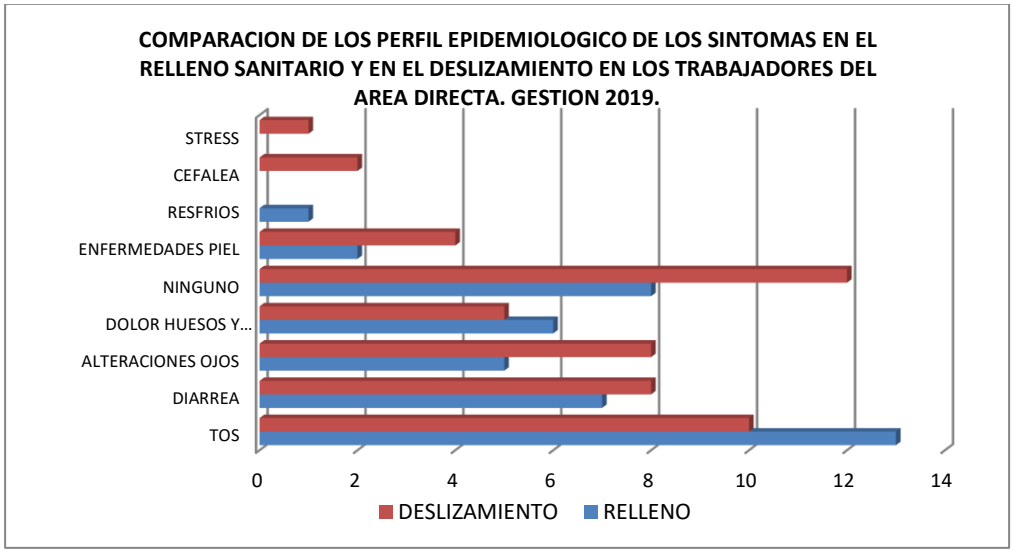


Gráfico A-17 Comparación del perfil epidemiológico (2)

(De los síntomas en el relleno sanitario y durante el deslizamiento en los trabajadores del área directa. Gestión 2019)
Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-83 se observa que en el grupo del área indirecta se reportaron 11 fallecimientos en la zona, donde la principal causa reportada es accidental seguida de problemas pulmonares y digestivo.

Tabla A-83 Reporte de mortalidad de algún familiar durante el último año

MORTALIDAD	TRABAJADORES	VECINOS
NO	27	38
SI	3	11

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En el Gráfico A-18 podemos observar que la población de los vecinos del área indirecta dentro de los problemas que más le molesta a esta población es la basura, seguido de problemas ambientales y el olor.

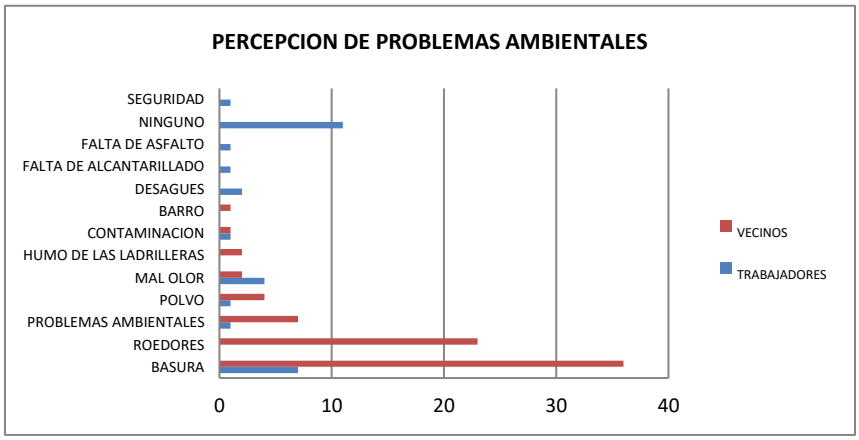


Gráfico A-18 Percepción de Problemas Ambientales

(En ambos grupos de estudio Población del área directa e indirecta. Gestión 2019)
Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-84 podemos observar que al grupo del área directa recibe constantemente capacitaciones (83%) a diferencia del grupo del área indirecta que solo el 16% recibió capacitaciones.

Las instituciones o las empresas que realizan capacitaciones en las zonas aledañas al relleno sanitario son el GAMLP y el Ministerio de salud, seguidas de la gobernación a través del centro de salud. En el grupo de trabajadores las capacitaciones fueron realizadas por la GAMLP en el 43.3 %, TERSA (30%), ONG.

Los temas de capacitación al grupo del área indirecta estaban dirigidos a medio ambiente, higiene y salud, manejo de alimentos y separación de basura. En el grupo de trabajadores se realizó capacitaciones dirigidas a seguridad industrial, medio ambiente, primeros auxilios, contra incendios, residuos sólidos, manejo de sustancias peligrosas y prevención de riesgos.

Tabla A-84 Capacitaciones realizadas a las poblaciones de estudio. Gestión 2019

CAPACITACION	TRABAJADORES	VECINOS
SI	25 (83,3)	8 (16,3)
NO	5 (16,7)	41 (83,6)

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

Se realzó la relación entre las variables de enfermedad y el área donde habita a través del chi2, el cual fue calcula 1.232, lo que nos indica que existe leve relación entre la presencia de enfermedad y el vivir cerca al relleno sanitario.

Se realizó la determinación del OR, el cual es de 0.537 con un IC 95.5% es de 0.177 – 1.626, podemos inferir que el vivir o estar trabajando en un relleno sanitario no es un factor de riesgo para producir enfermedad, dato estadísticamente no significativo.

En relación con el evento del deslizamiento y la presencia de enfermedad podemos inferir que el chi2 de 3.55 lo que indica que existe relación entre enfermedad y el evento producido producido por el deslizamiento. El OR es de 0.386 con un intervalo de confidencialidad 95.5% de 0.140 – 1.054 por lo que podemos interpretar que el evento no es un factor de riesgo para producir enfermedad, dato estadísticamente no significativo.

A.5.3 Perfil Epidemiologico de los Centros de Salud.

Dentro de las principales causas de consulta en el Distrito IV, correspondiente a la Comunidad de Achocalla podemos mencionar que aun continua con un perfil epidemiológico tipo infectocontagioso observando que las dos principales causas de consulta continúan siendo las infecciones respiratorias agudas y la enfermedad diarreica aguda, donde la población más afectada es la infantil (recién nacidos a 10 años) ; cave notar que como tercera y cuarta causa de consulta se encuentra enfermedades crónicas y del metabolismo como es la hipertensión arterial sistémica frecuente en población adulta mayor y la obesidad con más frecuencia en la población entre 20 y 39 años, datos probablemente sujeto a malos hábitos alimenticios (Tabla A-85).

Tabla A-85 Principales 15 causas de morbilidad. Centro de salud Achocalla. Primer semestre. Gestión 2019.

CODIGO CIE10	DESCRIPCION	GRUPO ETAREO									TOTAL
		< de 1 año	1 año a 4 años	5 años a 9 años	10 años a 14 años	15 años a 19 años	20 años a 39 años	40 años a 49 años	50 años a 59 años	60 y más años	
J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, de sitios múltiples o no especificados, incluidos faringitis, resfrío común	40	124	28	9	20	32	14	8	17	**292**

CODIGO CIE10	DESCRIPCION	GRUPO ETAREO									TOTAL
		< de 1 año	1 año a 4 años	5 años a 9 años	10 años a 14 años	15 años a 19 años	20 años a 39 años	40 años a 49 años	50 años a 59 años	60 y más años	
A09	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	12	32	7	3	8	0	3	4	15	**84**
I10	Hipertensión esencial (primaria)	0	0	0	0	0	0	5	15	55	**75**
E66	Obesidad	0	0	0	0	0	60	0	6	0	**66**
N76	Otras afecciones inflamatorias de la vagina y de la vulva	0	0	0	0	0	47	0	0	0	**47**
N94	Dolor y otras afecciones relacionadas con los órganos genitales femeninos y con el ciclo menstrual	0	0	0	0	0	37	0	0	0	**37**
M54	Dorsalgia	0	0	0	1	0	0	0	0	29	**30**
M76	Enteropatías del miembro inferior, excluido el pie	0	0	0	0	0	0	12	0	0	**12**
M94	Otros trastornos del cartílago	0	0	0	0	8	0	0	0	0	**8**
N39	Otros trastornos del sistema urinario	0	0	3	0	0	0	0	0	0	**3**
R17	Ictericia no especifica	1	2	0	0	0	0	0	0	0	**3**
Q65	Deformidades congénitas de la cadera	3	0	0	0	0	0	0	0	0	**3**
L30	Otras Dermatitis	0	0	1	1	1	0	0	0	0	**3**
SUB TOTAL CAUSAS		56	158	39	14	37	176	34	33	116	**663**
DEMAS CAUSAS		28	12	12	16	20	5	13	9	35	**150**
TOTAL, CAUSAS		84	170	51	30	57	181	47	42	151	**813**

Fuente: Red 6. Centro de salud Achocalla. Gestión 2019

Revisando el perfil epidemiológico que se realizó a los pocos días después del evento tenemos que el síntoma más frecuente es la cefalea en el sexo masculino (30 Casos) seguido del sexo femenino (12 casos), entre las edades de 15 a 59 años (Tabla A-86).

Tabla A-86 Principales afecciones en la población de Alpacoma Bajo, posterior al deslizamiento

PATOLOGIA TRAZADORA	< 1 Año		1 a 4 años		5 a 14 años		15 a 59 años		> de 60 años		TOTAL		TOTAL
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	
Cefalea					1	1	30	12	1	3	32	16	48
IRA sin Neumonía			1			2	1	1	2	1	4	4	8
Inflamaciones oculares						2		4	1	1	1	7	8
Diarrea aguda sin deshidratación			1	4							1	4	5
Síndromes Respiratorios						1	1	3			1	4	5
Vómitos								5			0	5	5
Afección de la piel				1			1				1	1	2
TOTAL	**0**	**0**	**2**	**5**	**1**	**6**	**33**	**25**	**4**	**5**	**40**	**41**	**81**

Fuente: Centro de salud Alpacoma Bajo. Distrito 6.

Dentro de las principales causas de mortalidad tenemos que la población más afectada es la adulta mayor, donde las causas de mortalidad son Insuficiencia cardiaca, bronconeumonía, insuficiencia respiratoria y anemia severa. Se registraron 4 casos de defunciones en la gestión 2019 (Tabla A-87).

Tabla A-87 Principales causas de mortalidad.

FECHA DE DEFUNCION	EDAD	SEXO	DIAGNOSTICO
21/02/2019	84	F	INSUFICIENCIA CARDIACA
09/09/2019	42	M	BRONCONEUMONIA
03/10/2019	RN	M	HIPOXIA FETAL, MACROSOMIA FETAL, DM1 MATERNA

FECHA DE DEFUNCION	EDAD	SEXO	DIAGNOSTICO
08/10/2019	77	F	INSUFICIENCIA RESPIRATORIA, ANEMIA SEVERA

Fuente: Cementerio de Alpacoma Bajo. Gestión 2019.

A.5.4 Otros Resultados

La ONG "Sociedad católica San José", cuya principal función es la de colaborar con la población en especial los niños, adolescentes y mujeres brindando clases de estimulación temprana a los niños menores de 5 años, reforzamiento a los niños mayores de 5 años y a los adolescentes, a las mujeres las capacitan en diferentes áreas de acuerdo a necesidad y solicitud. Este centro Sociedad Católica San José, dentro de sus actividades realiza seguimiento de peso y talla a los niños menores de 4 años, datos que fueron facilitados al equipo de auditoria para su análisis.

Se contaron con datos de 41 niños entre 0 a 4 años de edad, con un promedio de edad de 2.5 años, es más frecuente el sexo masculino (66%) que el femenino (34%).

En el Gráfico A-19 se puede observar que no existe un cambio en la tendencia del peso durante los meses abril a noviembre del 2019 en los niños entre 0 a 4 años residentes en zonas vecinas al relleno sanitario de Alpacoma.

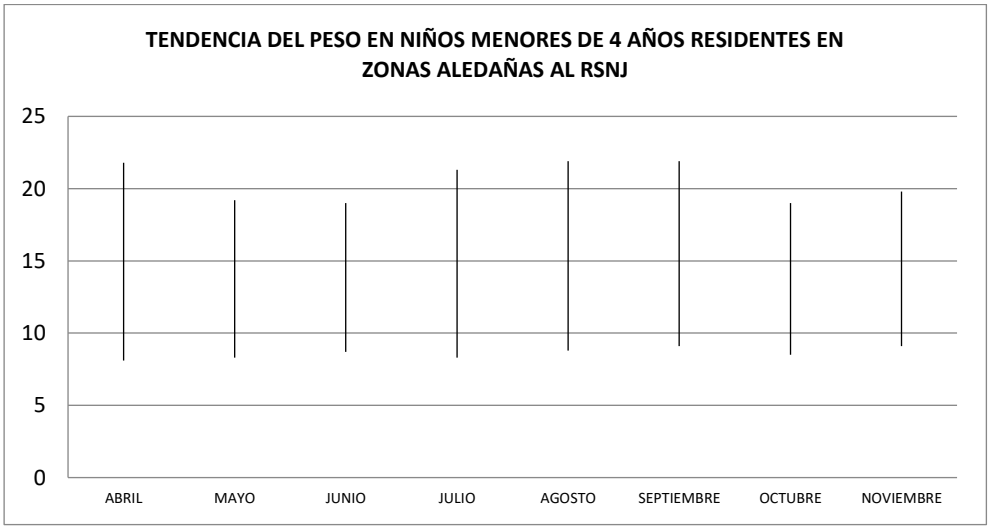


Gráfico A-19 Tendencia del Peso
(En niños menores de 4 años desde abril a noviembre residentes en zonas aledañas al RSNJ. Gestión 2019)
Fuente: Sociedad Católica San José

En el Gráfico A-20 se puede observar que no existe un cambio en la tendencia de la talla durante los meses abril a noviembre del 2019 en los niños entre 0 a 4 años residentes en zonas vecinas al relleno sanitario de Alpacoma.

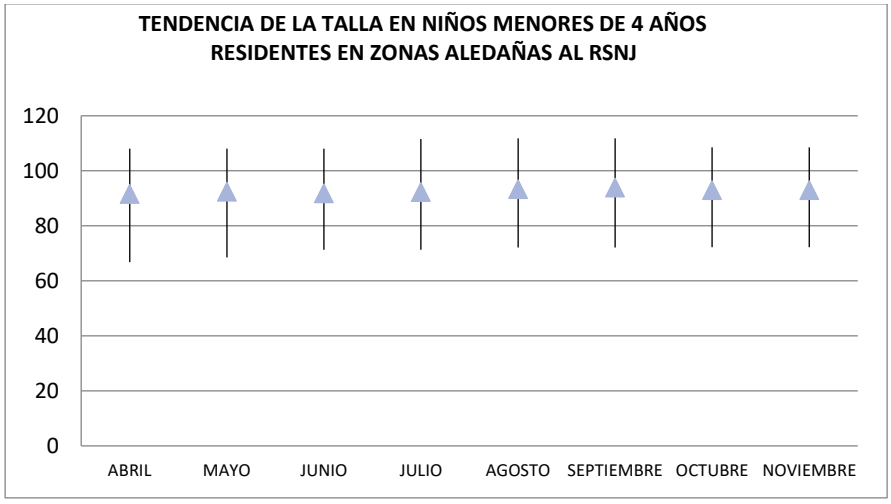


Gráfico A-20 Tendencia de la Talla
(En niños menores de 4 años desde abril a noviembre residentes en zonas aledañas al RSNJ. Gestión 2019)
Fuente: Sociedad católica San José

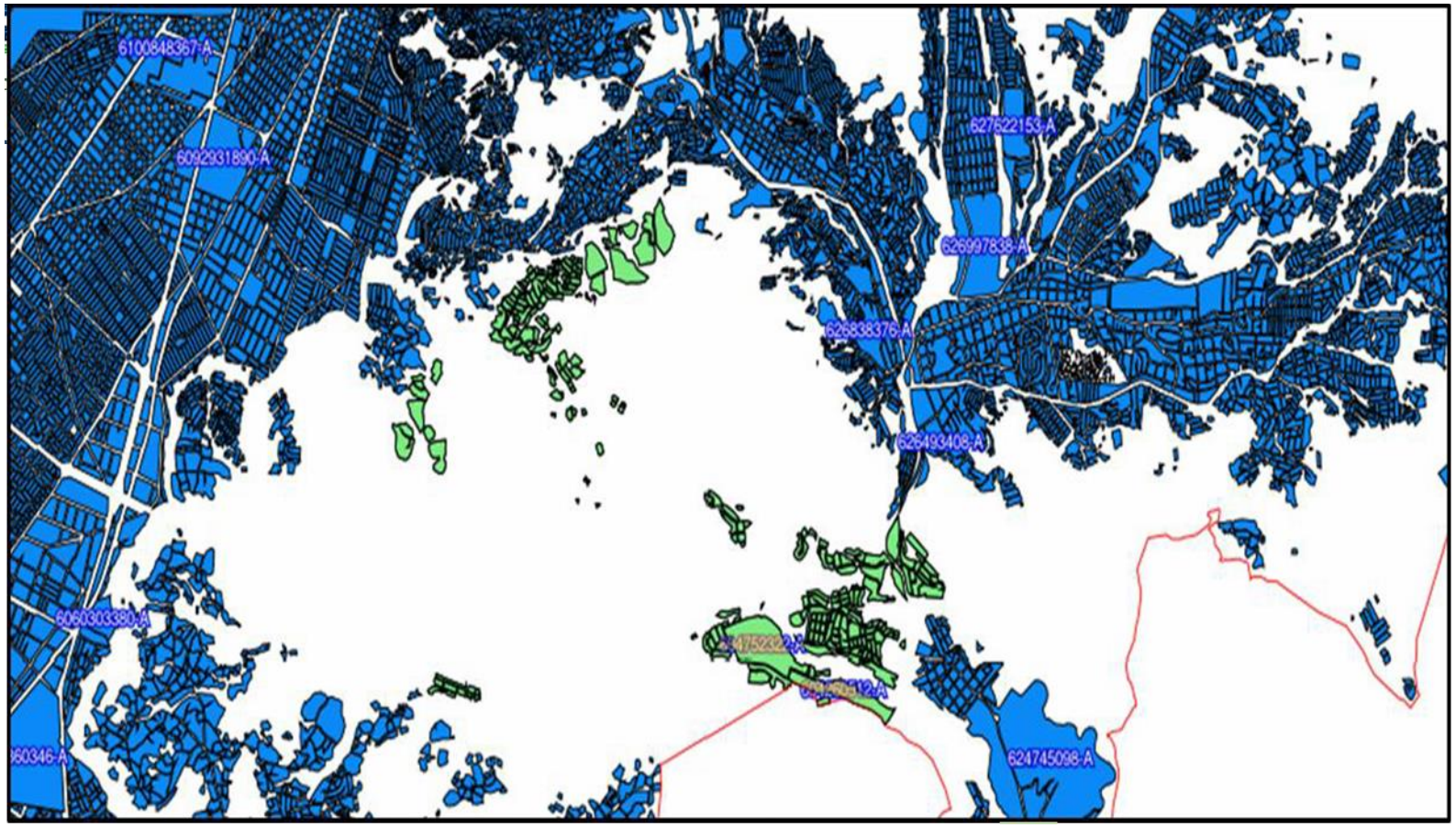


Ilustración A-18 Marco de área seleccionada para la caracterización socioeconómica
Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-88 Ficha Técnica Socioeconómica

POBLACIÓN POR SEXO Y GRUPOS DE EDAD

Grupos de edad	Total	Hombres	Mujeres
Total	5.275	2.600	2.675
0-3	360	180	180
4-5	212	114	98
6-19	1.485	729	756
20-39	1.596	767	829
40-59	1.191	602	589
60 o más	431	208	223

CRECIMIENTO POBLACIONAL

Año	Población	Tasa exponencial de crecimiento (%)
2012	5.275	-
2013	5.397	2,78
2014	5.519	2,24
2015	5.641	2,19
2016	5.764	2,15
2017	5.887	2,11
2018	6.010	2,07
2019	6.133	2,03
2020	6.256	1,98

DINÁMICA MIGRATORIA

Lugar de residencia actual	Habitantes	Porcentaje (%)
Aquí	5.220	98,95
En otro lugar del País	42	0,8
En el exterior	13	0,25
Total	5.275	100

SERVICIOS BÁSICOS: ELECTRICIDAD

Fuentes	Usuarios	Porcentaje (%)
Energía Eléctrica	4.948	94
No cuenta	264	5
Otras Fuentes	53	1
Total	5.275	100

PROCEDENCIA AGUA DE CONSUMO

Fuentes	Usuarios	Porcentaje (%)
Cañería de red	2.690	51
Pileta pública	2.057	39
carro repartidor	158	3
Pozo o noria	106	2
Lluvia, rio, vertiente, acequia	264	5
Total	5.275	100

ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Medio	Habitantes	Porcentaje (%)
Basurero Público o contenedor	2321	44
Terreno baldío/calle	158	3
Queman	106	2
Servicio público de recolección	2110	40
Al rio	528	10
Entierran	53	1
Total	5.275	100

COMBUSTIBLE Y/O ENERGÍA PARA COCINAR

Tipo de combustible	Usuario	Porcentaje (%)
Gas en garrafa	4537	86
Gas por cañería	106	2
Leña	158	3
Otros (electricidad, energía solar)	475	9
Total	5.275	100

ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Tipo de actividad	Habitantes	Porcentaje (%)
Agropecuaria	53	1
Minería e Hidrocarburos	53	1
Industria manufacturera	791	15
Servicios básicos	0	0
Construcción	580	11
Transporte	1213	23
Otros Servicios	1952	37
Sin especificar	264	5
Descripción incompleta	369	7
Total	5.275	100

CATEGORÍA OCUPACIONAL

Fuentes	Habitantes	Porcentaje (%)
Obrero(a) o empleado(a)	2.585	49
Trabajador(ra) del hogar	211	4
Trabajador(ra) por cuenta propia	1.688	32
Empleador(ra) o socio(a)	317	6
Trabajador(ra) familiar o aprendiz sin remuneración	106	2
Cooperativa de producción/servicios	53	1
Sin especificar	317	6
Total	5.275	100

DEMANDA DE LA FUERZA DE TRABAJO

Población por edades	Habitantes	Porcentaje (%)
Población en edad de no trabajar	1001	19
Población en edad de trabajar	4274	81
Total	5.275	100
Población por edad para trabajar	**Habitantes**	**Porcentaje (%)**
Población económicamente activa	2.483	58
Población económicamente inactiva	1.790	42
Total	4.274	100
Población económicamente activa	**Habitantes**	**Porcentaje (%)**
Población ocupada	2349	95
Población desocupada	134	5
Total	2.483	100

VINCULACIÓN LABORAL FEMENINA

Actividad económica	Habitantes	Porcentaje (%)
Obrera o empleada	1110	42
Trabajadora del hogar	241	9
Trabajadora por cuenta propia	910	34
Empleadora o socia	134	5
Trabajadora familiar aprendiz sin remuneración	80	3
Cooperativa de producción/servicios	27	1
Sin especificar	174	7
Total	2.675	100

NIVEL DE INSTRUCCIÓN PREDOMINANTE

Área de Estudio	2016		
	Hombre	Mujer	Total
	100%	100%	100%
Ninguno	0,6	3,2	1,9
Primaria	1,8	5,8	3,8
Secundaria	35,2	32,3	33,8
Superior no universitaria	15,8	15,5	15,6
Superior universitaria	46,7	41,3	44,1
Otros	0	1,9	0,9

La Ficha Técnica Socioeconómica (ver Tabla A-88) del Area de Influencia Indirecta (AII) del Relleno Sanitario Nuevo Jardín Alpacoma, establece en resumen las condiciones sociales y culturales de esta zona, también de manera aproximada el estado económico del área. (Ver Ilustración A-18).

Esta relación entre la vida social y la actividad económica está centrada en buscar y determinar el impacto social que ocasiona la existencia del relleno sanitario en actual cierre, a la población aledaña, aunque no es posible medir ahora de forma directa esta situación, ya que no hubo un cambio económico zonal, termino la vida útil del RSNJ, pero fue reemplazado y ampliado por una actividad similar de igual ritmo socioeconómico; inclusive mejorado.

La población de riesgo al cierre del RSNJ entre niños y ancianos es de 278 niños de 0-5 años y 223 ancianos, más de 60 años. La fuerza de trabajo cuenta con 4274 trabajadores. En proyección está situación no tiene un cambio sustancial para el año 2020 ya que habría hoy 330 niños de 0-5 años y 264 ancianos con una fuerza de trabajo probable de 5.068 personas.

La cobertura de servicios básicos en disponibilidad de uso de electricidad estará en el mayor rango al 94%; acceso al agua de consumo humano con un 90% (cañería de red y pileta pública) y consumo de energía para cocinar 88%.

Las actividades económicas están orientadas a la prestación de servicios de transporte y no definidos con el 60% de ocupación, distribuidos en empleados con un 49% y trabajadores por cuenta propia con un 32%.

De la población en edad de trabajar con 2483 personas, trabajan el el 95%, el 5% es desocupada. De la población económicamente activa con 4,274 trabajadores, sólo el el 58% trabaja, mientras que el 42% esta económicamente inactiva.

En vinculación laboral femenina está ligada al servicio de empleada con un 42% y a trabajo por cuenta propia con un 34%.

El nivel de instrucción de hombres y mujeres establece la asistencia a un nivel secundario, uno de cada tres estudiantes y de estos menos del 50% ingresa a la universidad.

A.6 Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales Negativos

La magnitud del impacto ponderado establece el grado de impacto provocado por los aspectos identificados, la escala base de la evaluación para interpretación es:

A.6.1 Impactos generados por la AOP (Amenaza)

Tabla A-89 Escala de Evaluación

Magnitud del impacto	Tipo de Impacto	Magnitud Ponderada
1	Muy bajo	0-10
2	Bajo	11-15
3	Medio	16-30
4	Alto	31-50
5	Muy Alto	>51

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-90 Impactos Ambientales (vulnerabilidad)

Magnitud del impacto	Tipo de Impacto	Magnitud Ponderada	Impacto
0	Ninguno	0%	
1	Muy bajo	1%-20%	
2	Bajo	21%-40%	
3	Medio	41%-60%	
4	Alto	61%-80%	NEGATIVO
5	Muy Alto	81%-100%	NEGATIVO

Fuente: Elaboración Propia

Para determinar el impacto se aplica una escala de 1 a 5 correspondiente a la magnitud del impacto, (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto), mostrando que los impactos de magnitud 4 y 5 (alto y muy alto) representan impactos "negativos" por el efecto al medio ambiente.

A.6.2 Identificación de Impactos generados por la AOP

La amenaza generada por AOP (impactos generados por la AOP) se calculan en base a la evaluación del Diseño final del Relleno Sanitario Nuevo Jardín y la Propuesta Técnica de TERSA, a partir del cual se establecieron los siguientes criterios:

- Área de Residuos sólidos
- Régimen Operacional
- Generación de lixiviados
- Generación de Biogás
- Recepción de Residuos y disposición en las celdas
- Vida útil del Relleno
- Características del Relleno

Para cada criterio se definen los aspectos ambientales, se le asigna un valor (peso) que representa el grado de amenaza sobre los componentes abióticos, bióticos, socioeconómicos y ecológicos biológicos que se evaluaran en adelante para determinar los impactos negativos.

La determinación de los pesos para cada criterio se determina mediante un análisis que responde a la pregunta: ¿Qué criterios de la AOP representan mayor amenaza y cual su importancia respecto a los otros según la operación?

Para establecer las unidades de medida de verificación y establecer los grados de significancia se consideraron: criterios técnicos de diseño, de ingeniería y operación del RSNJ.

Para realizar la evaluación (asignar un valor establecido) se evaluó el grado de cumplimiento a los parámetros de diseño y la operación del RSNJ contrastada con la información de operación reportada en los IMAs (2010 – 2018).

La magnitud del impacto se determina, multiplicando el valor establecido por el peso. Este valor inicial, finalmente es ponderado según la escala propuesta (1 a 5), para discriminar el grado de la amenaza y consecuente impacto, para finalmente identificar los impactos negativos.

Tabla A-91 Evaluación determinación del área de las celdas

CRITERIO	PESO	DESCRIPCION ASPECTO AMBIENTAL	VERIFICACION UNIDADES DE MEDIDA	PUNTAJE SIGNIFANCIA	VALOR ESTABLECIDO	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO PONDERADO
I. AREA DE RESIDUOS SOLIDOS - RSNJ	10	*Distribución de superficies de las celdas*	*Área (Ha)*	*Puntaje parcial*	*Elija puntaje parcial*	50	4
		Área de celdas programada para residuos sólidos	>20	5	5		

Fuente: Elaboración Propia

Las determinaciones del área de las celdas (determinada según el levantamiento topográfico) indica que se ocupó un área menor a la planificada.

Tabla A-92 Evaluación proyección de ingresos

CRITERIO	PESO	DESCRIPCION ASPECTO AMBIENTAL	VERIFICACION/UNIDADES DE MEDIDA	PUNTAJE	VALOR ESTABLECIDO	MAGNITUD IMPACTO	**MAGNITUD IMPACTO PONDERADO**
II. REGIMEN OPERACIONAL	5	*Control ingreso de residuos*	*Peso (TM)*	*Puntaje parcial*	*Elija puntaje parcial*	25	3
		Diferencia de ingreso de residuos operados por año	216.803 - >227.127	5	5		

Fuente: Elaboración Propia

La información de Proyección de ingreso y los reportes anuales, indican que en los años 2017 y 2018 se operó por encima de la capacidad planificada.

Tabla A-93 Evaluación generación de lixiviados

CRITERIO	PESO	DESCRIPCION ASPECTO AMBIENTAL	VERIFICACION/UNIDADES DE MEDIDA	PUNTAJE	VALOR ESTABLECIDO	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO PONDERADO
III. GENERACION DE LIXIVIADOS	10	*Generación de Lixiviados por*	*Verificación (80 m³/día parámetro diseño)*	*Puntaje parcial*	*Elija puntaje parcial*	50	4
		Precipitación Pluvial	>> 80	5	5		
		Superficie del Relleno	>> 80	3			
		Modo de operación	>> 80	1			

Fuente: Elaboración Propia

Los mayores caudales de lixiviación se produjeron a partir de los años 2013 al 2018, con precipitaciones mayores en los años 2017 y 2018, lo que denota en tener una mayor influencia de lixiviados a causa de las precipitaciones en la zona de las celdas.

Tabla A-94 Evaluación generación de biogas

CRITERIO	PESO	DESCRIPCION ASPECTO AMBIENTAL	VERIFICACION/UNIDADES DE MEDIDA	PUNTAJE	VALOR ESTABLECIDO	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO PONDERADO
IV. GENERACION DE BIOGAS	5	*Generación por venteo pasivo*	*Verificación (5% - 14%)*	*Puntaje parcial*	*Elija puntaje parcial*	15	2
			5% - 14%	3	3		

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a reportes la generación de biogás está en un promedio de 9,11% en el periodo de 2010 al 2018. Se considera que se tiene una situación de una mezcla explosiva.

Por análisis de Macroceldas la composición de biogás en el relleno esta entre 48,40 a 50,47 % de metano, mostrando contar con residuos con generación de biogás explosivos.

Tabla A-95 Evaluación recepción de residuos

CRITERIO	PESO	DESCRIPCION ASPECTO AMBIENTAL	VERIFICACION/UNIDADES DE MEDIDA	PUNTAJE	VALOR ESTABLECIDO	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO PONDERADO
V. RECEPCION DE RESIDUOS Y DISPOSICION EN LAS CELDAS	5	*Capacidad de Recepción del Proyecto*	*Volumen (m^3)*	*Puntaje parcial*	*Elija puntaje parcial*	25	3
		Diferencia de Volumen total recolectado y Volumen total disponible	2.348.157 – >2.460.157	5	5		

Fuente: Elaboración Propia

La información de Capacidad de Recepción del Proyecto establece como volumen disponible total del Relleno de 2.236.506 m^3, valor que para la fecha del evento fue sobrepasado en un 27%.

Tabla A-96 Evaluación vida útil del RSNJ

CRITERIO	PESO	DESCRIPCION ASPECTO AMBIENTAL	VERIFICACION/UNIDADES DE MEDIDA	PUNTAJE	VALOR ESTABLECIDO	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO PONDERADO
VI VIDA UTIL DEL RELLENO	5	*Tiempo de operación del Proyecto*	*años*	*Puntaje parcial*	*Elija puntaje parcia*	25	3
		Tiempo de vida útil de proyecto en función de las etapas previstas y volumen disponible	>12	5	5		

Fuente: Elaboración Propia

Según registro del Manifiesto Ambiental (2004 – 2010) se detallan registros de noviembre de 2004 hasta junio de 2019, según la propuesta Técnica TERSA, el relleno debía operar 9 años a partir del año 2006 al 2014, por lo que a la fecha del incidente el Relleno operó 15 años.

Tabla A-97 Evaluación caracteristicas del terreno

CRITERIO	PESO	DESCRIPCION	VERIFICACION/ UNIDADES DE MEDIDA	PUNTAJE	VALOR ESTABLECIDO	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO PONDERADO
VII.CARACTERISTICAS DEL RELLENO	5	***Volumen m³ (Residuos)***	*Volumen (m3)*	*Puntaje parcial*	*Elija puntaje parcial*	20	3
			200001-600000	4	**4**		
	15	***Características físicas***	*Longitud (m)*	*Puntaje parcial*	*Elija puntaje parcial*	60	3
		Presencia de fisuras paralelas o transversales a la corona de los Taludes	2 - 5m	2	2		
		Depresiones visibles de la Corona del Talud o expansión de Pie de talud	No	0	0		
		Desplazamientos visibles horizontales o verticales al pie de los taludes	No	0	0		
		Grietas en los taludes y en el suelo al Pie del Talud	Si	1	1		
		Filtraciones en los taludes	Si	1	1		
	3	***Erosión hídrica del Relleno***	*Profundidad (m)*	*Puntaje parcial*	*Elija puntaje parcial*	15	2
		Evidencia de Colapso	> 3,0	5	5		
	10	***Composición***	*Verificación*	*Puntaje parcial*	*Elija puntaje parcial*	50	4
		% de agua promedio en los Residuos (>3,9 puede generar lixiviados)	>3,9	5	5		
	5	Evidencia de riesgos por remoción de masa	*Verificación*	*Puntaje parcial*	*Elija puntaje parcial*	5	1
			Si	1	1		
	10	Impermeabilidad del piso	*Verificación*	*Puntaje parcial*	*Elija puntaje parcial*	10	1
			Si	1	1		

CRITERIO	PESO	DESCRIPCION	VERIFICACION/ UNIDADES DE MEDIDA	PUNTAJE	VALOR ESTABLECIDO	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO PONDERADO
	3	***Angulo del Talud del residuo (celdas)***	*Angulo*	*Puntaje parcial*	*Elija puntaje parcial*	15	5
			>40	5	5		
	3	***Angulo pendiente del terreno***	Angulo	Puntaje parcial	Elija puntaje parcial	9	1
			26-35	3	3		
	3		mm/año	Puntaje parcial	Elija puntaje parcial	6	1
		Precipitación media anual (mm/año)	500-1000	2	2		
	3	Sismicidad en Bolivia	Rango de índices	Puntaje parcial	Elija puntaje parcial	6	1
		Zona sísmica	0,05-0,06	2	2		

Fuente: Elaboración Propia

El análisis de las Características del Relleno se realiza en base a los parámetros establecidos en la Propuesta Técnica Tersa, tomando en cuenta los parámetros técnicos de capacidad, construcción, control, generación de emisiones y manifestaciones de inestabilidad.

A.6.3 Inventario y Evaluación de Impactos Negativos

La vulnerabilidad ambiental (impactos generados sobre el medio) se calcula en base al impacto ambiental del RSNJ sobre los componentes:

- Abióticos: factores agua superficial, agua subterránea, suelo, aire, ecológico biológico
- Bióticos: factores ecosistemas, biodiversidades de fauna y flora
- Social y económica (Socioeconómico): salud, asentamientos humanos, características de la estructura social

A cada factor se le asigna un valor (peso) que representa el grado de vulnerabilidad que cada factor presenta, frente a las amenazadas generadas por los aspectos identificados.

La determinación de los pesos de cada uno de los factores ambientales se determina mediante un análisis que responde a la pregunta: ¿Qué factor ambiental es más susceptible a ser afectado por la presencia de la AOP y cual su importancia respecto a los otros según donde se ubica?

Con puntajes ponderados finales para cada uno de los factores ambientales impactados por el Relleno, se obtendrá un valor que indica el nivel de vulnerabilidad ambiental es decir la magnitud del Impacto.

Para poder establecer la valoración de los impactos negativos. Cada valor de magnitud de impacto es ponderado según la escala propuesta (1 a 5),

La información contrastada para realizar el inventario y evaluación de impactos, corresponde a la línea base ambiental, la información de los IMAs del 2010 al 2018, los monitoreos de control realizados después del incidente por la empresa.

Para establecer las unidades de medida para verificar los grados de significancia se consideraron: criterios técnicos de cada componente, límites permisibles en el contexto nacional e internacional y evaluaciones realizadas en la etapa de auditoria.

Los puntajes de significancia son asignados según la información reportada en los informes de monitoreo realizados después del incidente (semanales hasta marzo de 2020), y el análisis de los valores reportados en los IMAs desde el 2010 hasta el 2018 con énfasis a la información del año 2018 (etapa que define el estado antes del incidente) y finalmente la información del monitoreo realizados por la consultora.

A.6.3.1 Componente Abiótico – Vulnerabilidad Abiótica

A.6.3.1.1 Factor agua superficial

Tabla A-98 Evaluación factor agua

FACTOR	PESO	DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN / UNIDADES DE MEDIDA	PUNTAJE SIGNIFANCIA	VALOR ESTABLECIDO	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO PONDERADO
AGUA SUPERFICIAL			*Valor*	*Puntaje Parcial*	*Elija Puntaje Parcial*		
	6	*pH*	<4	2	1	6	1
			4 a 6	1			
			6 a 8	0			
			8 a 10	1			
			>10	2			
	8	*Sólidos Suspendidos Totales (SST)*	>200 mg/l	2	2	16	1
	4	*Sólidos Disueltos Totales (SDT)*	<1000 mg/l	0	0	0	0
	4	*Conductividad*	< 1500 µS/cm	0	0	0	0
	16	*Concentración de Iones metálicos y no metálicos en el drenaje o cuerpo de agua (pasando el RSNJ)*	MATRIZ AUXILIAR Qda+100		2	32	2
	4	*Fosforo Total*	>1mg/L	2	2	8	1
	4	*Demanda Quimica de Oxígeno (DQO)*	<5 mg/l	0	2	8	1
	4	*Demanada Bioquimica de Oxígeno (DBO)*	<2 mg/l	0	2	8	1
	8	*Colifecales (NMP/100mL)*	>5000 NMP/100mL	2	2	16	1
	18	*Alteración en la calidad del cuerpo de agua (aguas arriba vs aguas abajo respecto al RSNJ*	Nula	0	0	0	0
	4	*Distancia aproximada respecto al RSNJ (m)*	Entre 50-99 m	1	1	4	1

FACTOR	PESO	DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN / UNIDADES DE MEDIDA	PUNTAJE SIGNIFANCIA	VALOR ESTABLECIDO	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO PONDERADO
	8	*Arrastre de partículas del RSNJ hacia el recurso hídrico*	Si	2	2	16	1
	4	*Presencia de precipitados de hierro, calcio u otros*	No	0	0	0	0
	8	*Uso del recurso hídrico*	Sin uso o uso muy limitado	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Para la evaluación se consideró la evaluación de los puntos QDA -100 y QDA+100, puntos monitoreados después del incidente en el Relleno, observaciones de campo y el área de influencia directa.

A.6.3.1.2 Factor agua subterránea

Tabla A-99 Evaluación factor agua subterránea

FACTOR	PESO	DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN / UNIDADES DE MEDIDA	PUNTAJE SIGNIFANCIA	VALOR ESTABLECIDO	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO ponderado
AGUA SUBTERRANEA			*Valor*	*Puntaje Parcial*	*Elija Puntaje Parcial*		
	10	*pH*	6 a 8	0	0	0	0
	8	*Sólidos Suspendidos Totales (SST)*	>200 mg/l	2	2	16	1
	4	*Sólidos Disueltos Totales (SDT)*	>1500 mg/l	2	2	8	1
	10	*Conductividad*	>1500 µS/cm	2	2	2	1
	20	*Concentración de Iones metálicos y no metálicos en el drenaje o cuerpo de agua (pasando el RSNJ)*			5	93	4
	10	*Fósforo Total*	< 1 mg/L	0	0	0	0
	4	*Demanda Química de Oxígeno (DQO)*	>60 mg/l	2	2	8	1
	4	*Demanda Bioquimica de Oxígeno (DBO)*	2 - 30 mg/l	1	1	4	1
	10	*Colifecales (NMP/100mL)*	<200 NMP/100mL	0	0	0	0
	20	*Alteración en la calidad del cuerpo de agua (pozo de*	Nula	0	0	0	0

FACTOR	PESO	DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN / UNIDADES DE MEDIDA	PUNTAJE SIGNIFANCIA	VALOR ESTABLECIDO	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO ponderado
		control aguas arriba vs pozo de control aguas abajo respecto al RSNJ					

Fuente: Elaboración Propia

A.6.3.1.3 Factor suelo

Tabla A-100 Evaluación factor suelo

FACTOR	PESO	DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN / UNIDADES DE MEDIDA	PUNTAJE SIGNIFANCIA	VALOR ESTABLECIDO	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO PONDERADO
SUELO			*Valor Conductividad*	*Puntaje Parcial*	*Elija Puntaje Parcial*		
	15	*Conductividad eléctrica (relacionado al contenido de sales)*	0-0,98 dS/m (no salino)	0	0	0	0
			Valor pH - Tipo de Suelo	*Puntaje Parcial*	*Elija Puntaje Parcial*		
			Suelos impactados por relleno sanitario				
	15	*pH del suelo*	11.0<pH>9,5	5	5	20	1
			Valor	*Puntaje Parcial*	*Elija Puntaje Parcial*		
	30	*Concentración de Iones metálicos y no metálicos (Suelos)*	Valor ponderado		6	180	2
	10	*Afectación en la calidad del suelo (suelo no impactado por el RSNJ vs suelo impactado)*	Media	2	2	20	1
	10	*Arrastre de sólidos desde el RSNJ hacia suelos aledaños por efecto de la erosión hídrica*	Si	3	3	30	1

FACTOR	PESO	DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN / UNIDADES DE MEDIDA	PUNTAJE SIGNIFANCIA	VALOR ESTABLECIDO	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO PONDERADO
	10	*Transporte de material particulado desde el RSNJ hacia suelos aledaños por efecto de la erosión eólica (formación de dunas)*	No	0	0	0	0
	10	*Área impactada del suelo por el RSNJ (directamente e indirectamente)*	de 1001 a 10000 m^2	3	3	30	1

Fuente: Elaboración Propia

A.6.3.1.4 Factor aire

Tabla A-101 Evaluación factor aire

FACTOR	PESO	DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN / UNIDADES DE MEDIDA	PUNTAJE SIGNIFANCIA	VALOR ESTABLECIDO	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO PONDERADO
AIRE			*Valor*	*Puntaje Parcial*	*Elija Puntaje Parcial*		
	30	*Partículas menores a 10 micrones (PM10)*	<62	0	2	60	2
			63 – 150	1			
			>150	2			
	15	*Partículas (PST)*	<150	0	2	30	1
			150 – 260	1			
			>260	2			
	30	*Particulas Biologicas Viables (UFC/m^3)*	>8000	4	4	120	3
	19	*Generación de biogas*	$\%CH_4 > \%CO_2$	2	2	38	1

Fuente: Elaboración Propia

A.6.3.1.5 Factor ecológico biológico

Tabla A-102 Evaluación factor ecológico biológico

FACTOR	PESO	DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN / UNIDADES DE MEDIDA	PUNTAJE SIGNIFANCIA	VALOR ESTABLECIDO	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO PONDERADO
ECOLOGICO BIOLOGICO			*Valor*	*Puntaje Parcial*	*Elija Puntaje Parcial*		
	40	*Proliferación de vectores*	> 10000	4	4	160	3
	30	*Contraste*	Color del residuo contrasta con el entorno	3	3	90	2
	30	*Vegetación*	La vegetación cubre 10% del residuo	2	2	60	1

Fuente: Elaboración Propia

A.6.3.1.6 Componente biótico – Vulnerabilidad biótica

Tabla A-103 Evaluación componente biótico

FACTORES	PESO	INDICADOR	SUB PESO	Elija Puntaje Parcial	SUBTOTAL	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO Ponderado
ECOSISTEMAS	40	Afectación a ecosistemas y hábitats	30	15	23	920	3
		Pérdida de cobertura vegetal	10	8			
BIODIVERSIDAD FAUNA	25	Afectación a especies endémicas	4	2	5	125	1
		Afectaciones a especies amenazadas	6	3			
BIODIVERSIDAD FLORA	35	Afectación a especies endémicas	4	3	15	525	2
		Afectación especies amenazadas	8	6			
		Afectación a la composición de especies (Índice de similitud Sorensen)	9	6			

Fuente: Elaboración Propia

Según RSNJ en 2010 se registraron 46 especies faunísticas, el mismo año en el manifiesto ambiental se nombran 19 especies, en los IMAS no fue valorada la situación de flora y fauna.

A.6.3.1.7 Componente socioeconómico – Vulnerabilidad social y económica

Tabla A-104 Evaluación componente social y económica

CRITERIO	DESCRIPCION	PESO	CATEGORÍAS	VALOR	ELIJA PUNTAJE PARCIAL	MAGNITUD IMPACTO	MAGNITUD IMPACTO PONDERADO
Salud	Enfermedades	30	Enfermedades leves (irritaciones, llagas, pérdida de cabello, etc.)	1	1	30	2
Asentamientos Humanos	Distancia del Relleno al asentamiento humano	25	Mayor a 1000 metros	1	1	25	2
	Población del asentamiento humano	20	Más de 500 habitantes	4	4	80	4
Características de la estructura social	Uso actual de suelos	15	Presencia de área de recuperación natural	1	1	15	1
	Porcentaje poblacional con Necesidades Básicas Insatisfechas	10	Entre 25% y 37%	3	3	30	2

Fuente: Elaboración Propia

La información fue evaluada en base al punto Linea base ambiental, sustentada en el manifiesto Ambiental, anexo N° 2, donde se tiene una descripción de los asentamientos humanos, las distancias de las poblaciones colindantes, donde no existe grupos etnicos a 10 kilometros de distancia. La más cercana está el valle de Achocalla con actividades agricolas. No existe en el área de influencia directa ambiente antropogenico, existiendo 150 familias en la comunidad de Alpacoma, mismos que no cuentan con servicios básicos, energia, agua potable. Son familias pobres que trabajan en ladrilleras y actividad agricola de sustento.

A.6.4 Deteccion de los Impactos Negativos

De los cuadros de identificación de impactos generados por la AOP e inventario y evaluación de impactos negativos, se realiza la evaluación de impactos aplicando la matriz de evaluación de impactos negativos.

A.6.4.1 Metodología

Un aspecto ambiental que se considere negativo según los criterios establecidos en los cuadros de identificación de impactos considerando los siguientes parámetros:

a.) *Componentes/Factores: C/F*

Son las consecuencias negativas que pueden tener como afectación la salud, el medio ambiente.

b.) *Probabilidad de Ocurrencia: PO*

Se entiende a la probabilidad de manifestarse un impacto ambiental debido a un aspecto ambiental.

c.) *Frecuencia de Ocurrencia: FO*

Señala cuán a menudo un impacto puede ocurrir.

d.) *Magnitud del Impacto: MI*

Mide el grado de afectación del impacto al medio ambiente, y representa el valor de magnitud ponderada de cada criterio evaluado según el aspecto identificado.

e.) *Cumplimiento Normativo: CN*

Identifica el desarrollo de la actividad del relleno respecto al cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

f.) *Fórmula para determinar el nivel de significancia*

Primero se determina el valor de los componentes afectados (C/F), por la relevancia de la identificación de los impactos ambientales, la suma de los valores promedio de la magnitud del impacto ponderado (de cada componente), se suma multiplica por dos, aplicando la siguiente fórmula:

$$^{C}/_{F} = 2\{Aire + Agua(superficial\ y\ subterránea) + suelo + Socioeconómico + ecológico + biótico\}$$

Segundo, sumamos los demás valores de (Probabilidad de ocurrencia, frecuencia de ocurrencia, magnitud del impacto, cumplimiento normativo) al valor C/F, obteniendo el valor total de significancia (VT).

VT: Valor Total *VT = C/F + PO + FO + MI + CN*

Tercero se determina el grado de significancia aplicando los siguientes rangos:

Tabla A-105 Rango de significancia

SIGNIFICANCIA IMPACTO	*RANGO DEL VALOR DE SIGNIFICANCIA*
-	*< 15*
-	*≤ 15 y >22*
NEGATIVO	*≤ 22 y >30*
NEGATIVO	*>30*

Fuente: Elaboración propia

Tabla A-106 Matriz de Evaluación de Impactos Negativos

CRITERIO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	VULNERABILIDAD COMPONENTES/FACTORES							Probabilidad de Ocurrencia	Frecuencia de ocurrencia	Magnitud del Impacto	Cumplimiento normativo	Valor Ocurrencia	Nivel Significancia	SIGNIFICANCIA IMPACTOS AMBIENTALES
			Aire	Agua Superficial	Agua subterránea	Suelos	Socioeconómico	Ecológico	Biótico							
Área de celdas para residuos sólidos	Distribución de superficies de las celdas	Inestabilidad del relleno	0	1	2	1	2	3	2	4	4	4	2	25	36	**NEGATIVO**
Régimen operacional	Diferencia de Ingreso de residuos operados por año	Inestabilidad del relleno	2	1	2	1	0	0	2	4	4	4	1	21	29	**NEGATIVO**
Generación de lixiviados	Precipitación sobre celdas	Contaminación de suelo y aguas	0	1	2	1	2	0	2	4	4	4	2	22	30	**NEGATIVO**
Generación de biogás	Generación de metano y PBV	contaminación de aire	2	0	0	0	0	3	2	3	3	4	3	20	27	**NEGATIVO**
Vida útil del Relleno	etapas de operación	Inestabilidad del relleno Contaminación suelo agua superficial agua subterránea	0	1	2	0	0	0	2	3	3	4	1	16	21	**NEGATIVO**

CRITERIO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	VULNERABILIDAD COMPONENTES/FACTORES							Probabilidad de Ocurrencia	Frecuencia de ocurrencia	Magnitud del Impacto	Cumplimiento normativo	Valor Ocurrencia	Nivel Significancia	SIGNIFICANCIA IMPACTOS AMBIENTALES
			Aire	Agua Superficial	Agua subterránea	Suelos	Socioeconómico	Ecológico	Biótico							
Característica del Relleno	erosión por generación hídrica	inestabilidad del relleno	0	1	2	1	0	1	0	3	3	5	1	17	22	**NEGATIVO**
	impermeabilidad	inestabilidad del relleno	0	1	2	1	1	1	1	3	3	3	1	17	24	**NEGATIVO**
	Precipitación	generación lixiviados	0	1	2	3	0	1	1	3	3	2	1	17	25	**NEGATIVO**
	Sismicidad	inestabilidad del relleno	0	1	2	2	0	1	1	2	2	4	1	16	23	**NEGATIVO**

Fuente: Elaboración Propia

A.7 Medidas de Mitigación y las Alternativas de Adecuación y/o Remediación

Las medidas de mitigación y las alternativas de adecuación y/o remediación del Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, bajo condiciones normales de operación estarían identificadas con mayor claridad que cuando se aplican medidas de abandono o cierre.

El marco de análisis para proponer medidas de mitigación, alternativas de adecuación y/o remediación, se podrían reducir ostensiblemente, ya que la identificación y evaluación de los probables impactos ambientales se detectaron en la última parte de la Fase 2. Se apreciaron visualmente grandes cambios en la conformación del RSNJ, pero nuestro trabajo esta basado en la sistematización de escasa, tardía información recibida y sistematizada, complementada con las actividades en el sitio a auditar; este será nuestro enfoque metodológico para plantear el alcance de este título.

De manera general, los factores administrativos, técnicos y factores ambientales que serán considerados para plantear medidas de mitigación, adecuación y/o remediación, están descritos en la Fase 2.

A.7.1 Medidas de Mitigación

Conceptualmente una medida de mitigación es la reducción de la vulnerabilidad o el riesgo que un sistema puede sufrir frente a un peligro inminente (donde acontecen o pueden ocurrir los impactos negativos y las áreas donde alzanzan sus efectos en el medio ambiente y la salud humana. *Fuente: DS 28499*). También por mitigación se entiende como el conjunto de medidas que se pueden ser implementadas para minimizar los impactos ambientales negativos. Ambas acepciones se emplearán como metodología de análisis al momento de proponer medidas para los factores ambientales de calidad del aire, agua y suelos, aprobadas en el Manifiesto Ambiental (actividades previas) y el Diagnóstico Ambiental al RSNJ.

Una medida de adecuación ambiental es una acción de manejo o corrección destinada a hacer compatible una AOP con el ambiente o que no lo altere significativamente (impacto negativo).

A.7.1.1 Medidas de Mitigación y Adecuación Administrativas

Estas medidas de aplicación representan las decisiones que deberán ser tomadas como parte logística y de apoyo al cumplimiento de la normativa ambiental. Algunas de estas medidas estaban comprometidas desde el año 2010, otras resultan de la evaluación ambiental actual.

A.7.1.2 Medidas de Mitigación Técnicas

Las medidas de mitigación y de control técnicas del RSNJ deben considerar la ejecución de estudios preliminares como la topografía; geología local, geomorfología, geotecnia; hidrología; hidrogeología y aguas subterráneas; balance hídrico; análisis de la calidad del lixiviado después de su tratamiento

en la PTL; resultados analíticos de los queques para contenido de metales pesados; análisis de biogás; establibilidad de taludes artificiales de suelo natural y estabilidad de taludes de celdas y Macroceldas.

Una vez logrados los resultados de cada uno de los estudios se iniciaran Proyectos a Diseño Final Planta de Tratamiento Biológico y Físico Químico de Lixiviados; Sistema de Drenaje Superficial; Control de Riesgos; Reubicación y Adecuación de los Residuos Deslizados; Morfología Superficial y Cobertura Final de Celdas y Macroceldas; Parquización del Nivel Superior de Celdas y Macroceldas; Mejoramiento de Vías;Tratamiento y Disposición Final de Queques; Zona de Amortiguamiento con Especies Arbustivas;Sistema de Extracción y Evacuación de Lixiviados;Sistema de Extracción y Evacuación de Biogás.
Su operativización de cada uno de los diseños comprenden al funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Lixiviados; muros vertederos y obras hidráulicas; de contención; construcción de Celdas para la Disposición Final de los Residuos Deslizados; Conformación y Cobertura Final de Celdas y Macroceldas; parquización del nivel superior de Celdas y Macroceldas; conformación de capa de rodado y cunetas de vías; conformación de banco de queques; implementación de la zona de amortiguamiento con especies arbustivas; implementación del sistema de extracción y evacuación de lixviados; de biogás; construcción de pozos de monitoreo para aguas subterráneas e implementación de un plan de monitoreo de los factores ambientales.

A.7.1.3 Medidas de Mitigación Ambientales

En el punto anterior se identificaron los impactos ambientales negativos, una vez mejorados y conservando su esencia, se plantearán las medidas de mitigación correspondientes:

A.7.1.3.1 Calidad del Aire

Para proponer medidas de mitigación de la calidad del aire debemos referirnos a los títulos del Diagnóstico, Detección de los Impactos Ambientales Negativos de la AOP e Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales Negativos (Fase 2).

La base de sustento son los resultados de laboratorio generados, informados y aprobados por la AACN en los Informes de Monitoreo Anual (IMA's) y los propios logrados por la actual Auditoría Ambiental (AA).

Entonces se confirma que la calidad del aire para partículas menores a 10 micrones, medidas en el AID (sector administrativo del RSNJ) y AII (población aledaña) no exceden el límite permisible de 150 $\mu g/m^3$. La evaluación de emisiones de biogás no podemos concluir de forma definitiva con el impacto generado al medio ambiente, señalar que el impacto por emisiones de metano es 21 veces mayor que el generado por el dióxido de carbono, en suma, el manejo correcto del biogás podría ser su combustión.

Un tercer contaminante del aire que genera el RSNJ es el olor medido a través de la concentración del H_2S, aunque está compuesto por varios químicos volátiles (cetonas y ácidos grasos entre otros). La afectación a la población aledaña no es significativa, los factores climáticos como vientos o nubosidad ocasionan su transporte más allá del 1.0 km. La posible afectación es en los trabajadores del relleno.

Las Partículas Biológicas Viables (PBV) representan un problema de contaminación de aire severo con afectación a la salud de las personas que están expuestas, principalmente trabajadores dentro del relleno. La información histórica de evaluación de este parámetro por medio de los IMA's y evaluaciones propias de la AA establecen un exceso a los Límites de Referencia de Pierre Boutin (aceptados y aprobados por la AACN). La afectación a la salud está sostenida por innumerables investigaciones científicas.

Tabla A-107 Medidas de Mitigación y Adecuación Ambiental

N°	MITIGACIÓN	ALTERNATIVAS DE ADECUACION	RESULTADOS
	ADMINISTRATIVOS Y SEGURIDAD		
1	Resolución de Consejo para evitar mayores asentamientos cercanos al RSNJ en cumplimiento a la NB 760.	Medida de carácter preventivo de aseguramiento de la salud de la población aledaña.	Minimización de conflictos sociales y/o demanda por afectación de atención en salud. Mejor gestión administrativa.
2	Reglamentar el uso de suelo en el entorno del RSNJ. Capacitar a la población circundante acerca del medio ambiente.	Vedar la generación de basurales o botaderos que generarían contaminación ambiental en la población aledaña.	Evitar demandas por afectación a la salud de la población aledaña referidas al RSNJ.
3	Enmallado o cerco perimetral alrededor del AID del RSNJ.	Cumplimiento de compromiso ambiental, seguridad ocupacional asegurada. Eliminación de ingreso de canes en búsqueda de alimento.	Seguridad ocupacional y eliminación paulatina de canes, posibles portadores de enfermedades.
4	Colocado de señalización preventiva visible en cada área o sección del RSNJ, identificando el riesgo.	Manejo preventivo de riesgos y seguridad ocupacional	El cumplimiento de normas de seguridad por parte del personal operativo genera indicadores de seguridad altos.
5	Asegurar condiciones de seguridad para el personal en área administrativa, extintores vigentes, Botiquines de Primeros Auxiliares completos y vigentes.	Asegurar la gestión de riesgos. Atención de primeros auxilios, dismuyendo incidentes de salud o casos fortuitos.	Menores conflictos laborales y costos en salud.
6	Venta o entrega documental de chatarra dispuesta de manera temporal en el RSNJ.	Menor impacto visual y ambiental.	Eficiencia de gestión administrativa
7	Planificar los mecanismos a instrumentar para aplicación de medidas de mitigación con la AACN y AACD.	Seguimiento técnico administrativo.	Verificación de Resultados
8	Garantizar la firmeza del RSNJ por medio la estabilidad de taludes definitivos y geotecnia.	Taludes y geotecnia definitivos de acuerdo a NB 760.	Estabilidad del RSNJ
9	Resolución de Consejo Municipal para transferencia y/o venta de oficinas, balanza de alto tonelaje, ambientes de cocina, comedor, baños, duchas, Planta de Separación de Residuos orgánicos e inorgánicos, casetas de control, PTL y otras infraestructuras civiles.	Manejo administrativo con impactos ambientales positivos para el cierre de la AOP.	Eficiencia de gestión administrativa
	CALIDAD DEL AIRE		
1	Implementar un sistema de colector de Biogás en cada una de las Macroceldas	Instalación de los captadores y encendido diario de cada uno de ellos	Minimizar el impacto de efecto invernadero por emisión del gas

N°	MITIGACIÓN	ALTERNATIVAS DE ADECUACION	RESULTADOS
		para quema completa del Biogás	metano libre.
2	Desarrollar un Programa de Mantenimiento Preventivo de equipo y maquinaria que aún trabaja en el RSNJ.	Cumplimiento de las especificaciones técnicas de mantenimiento de cada equipo y maquinaria con registro en un Libro	Niveles de opacidad dentro del Límite Permisible, menor grado de impacto ambiental por emisiones de gases de combustión.
3	Rediseño de las vías internas del RSNJ y riesgo tres veces al día.	Ripeado y compactado de las vías de ingreso a lugares de trabajos frecuentes.	Reducción de generación de polvo o niveles de PST, PM10 y PBV en la atmósfera.
4	Disminuir en un 50% el empleo de suelos original para la elaboración de queques que generan malos olores.	Completar la línea de tratamiento de lixiviados integral con encualización, tratamiento físicoquímico (DAF), filtros de arena y osmosis inversa.	**Reducción en la emisión de olores.** Menor desestructuración de los suelos del RSNJ. Aréas mínimas para disposición de queques.
5	Minimizar la superficie de interfase líquido-aire y sólido-aire de generación de Partículas Biológicas Viables o también aertransportables.	Colecta de lixiviado bajo mecanismo cerrado sin contacto de interfaces líquido-aire o sólido-aire.	Menor concentración de Partículas Biológicas Viables (PBV) en el aire.
	CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS		
1	Diseñar y construir un sistema de colecta del Lixiviado, semiprofundo, profundo y superficial.	El lixiviado semiprofundo y profundo debe ser transportado desde su fuente hacia la PTL. El lixiviado superficial colectado también tratado en PTL.	Reducción de malos olores al eliminar los afloramientos superficailes de lixiviado, evita infiltraciones susbsuperficiales.
2	Construir una Planta de Tratamiento de Lixiviados Integral que comprenda la línea completa de los procesos físicos, químicos y biológicos de tratamiento.	Reducir al 50% la elaboración de queques, empleo de suelo original y áreas de disposición final.	Menor desestructuración de los suelos del RSNJ. Aréas mínimas para disposición de queques. Reducción en la emisión de olores.
3	Elaborar un Programa de Inversión conjunto entre el GAMLP y EPSAS para que las aguas residuales que transcurren por la quebrada Alpacoma se integren al sistema de tratamiento de aguas en la ciudad de El Alto.	Gestionar ambientalmente el manejo de aguas naturales provenientes de la microcuenca Alpacoma. Plan de Acción Ambiental de la microcuenca Alpacoma.	Mayor estabilidad del RSNJ. Captación de aguas naturales para mezcla con lixiviado tratado y posterior riego de áreas verdes o caminos.
4	Alternativamente, gestionar la clasificación de aguas de la Quebrada Alpacoma.	Adecuación de posibles descargas a los límites permisibles de calidad de la Quebrada Alpacoma.	Manejo adecuado de la calidad de aguas superficiales y subterráneas del RSNJ.
5	Impermeabilización del banco de queques por posibles arrastres de lixiviados en época de lluvias hacia la quebrada Alpacoma.	Retención de flujos de escorrentía superfifical hídrica antes de su descarga a la quebrada Alpacoma.	Establecer el buen manejo ambiental de aguas superficiales de la AOP RSNJ, en época seca y lluviosa.
	RESIDUOS SÓLIDOS		
1	Disponer de manera Final el remanente de los Residuos Sólidos deslizados, bajo técnicas de la NB 760.	Gestión integral de manejo de residuos sólidos, eliminación de olores y manejo de lixiviados fugitivos.	Reducción de concentración de olores y captación total del caudal de lixiviado, menor impacto.
2	Aplicar gestión ambiental integral a la celda 14B. Canalización pluvial apropiada, colecta de lixiviados, etc. Propuesta de cierre y post cierre.	Aplicación de un Plan de manejo de la celda 14B.	Reducción de posible impacto ambiental
3	Aplicar gestión ambiental integral a la celda 15. Canalización pluvial	Aplicación de un Plan de manejo de la celda 14B.	Reducción de posible impacto ambiental

N°	MITIGACIÓN	ALTERNATIVAS DE ADECUACION	RESULTADOS
	apropiada, colecta de lixiviados, etc. Propuesta de cierre y post cierre.		
4	Venta o entrega documental de chatarra dispuesta de manera temporal en el RSNJ.	Menor impacto visual y ambiental.	Eficiencia de gestión administrativa
5	Reducción significativa de uso de suelo original para elaboración de queques (50%).	Estabilidad de áreas y volúmenes del suelo, impactos ambientales reducidos por menor emanación de olores y coberturas en áreas del RSNJ.	Menor desestructuración de los suelos del RSNJ. Aréas mínimas para disposición de queques. Reducción en la emisión de olores
	SUSTANCIAS PELIGROSAS		
1	Aplicación de gestión ambiental a la descarga, almacenamiento y tratamiento del lixiviado.	Implementación y funcionamiento de una PTL con líneas de procesos completos.	Cumplimiento de la normativa ambiental
2	Manejo ambiental de aceites y lubricantes, generada por el funcionamiento operativo de equipo y maquinaria.	Disposición final documentada.	Reduce posibilidad de impacto ambiental por inadecuada disposición final.
3	Tramitar Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP)	Llevar a cabo una gestión ambiental de combustibles, lubricantes y otros.	Contar con un registro oficial para el manejo de sustancias peligrosas.
4			
	SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL		
1	Asegurar condiciones de seguridad e higiene a sus trabajadores.	Uso obligatorio de EPP's para el personal que trabaja en el RSNJ.	Prevención en seguridad y salud de los trabjadores.
2	Capacitación sobre posibles incidentes en seguridad e higiene ocupacional.	Talleres bimensuales de seguridad e higiene ocupacional.	Preparación del personal ante posibles incidentes de seguridad ocupacional.
3	Plena vigencia del Comité Mixto de Seguridad e Higiene Ocupacional.	Planificar talleres o cursos sobre seguridad e higiene ocupacional, verificar cumplimiento de compromisos.	Preparación del personal ante posibles incidentes de seguridad ocupacional.
4	Actualizar su sistema de alarma temprana en caso de un incidente.	Activación inmediata del Plan de Emergencias.	Menores impactos a las personas, infraestructura y medio ambiente.
	RIESGOS		
1	Preparar un programa de análisis de riesgos de corto y mediano plazo.	Asegurar condiciones de riesgos de estabilidad de taludes, manejo, tratamiento de lixiviados y asentamientos inusuales.	Minimizar nuevos riesgos por inestabilidad geotécnica del RSNJ.
2	Sobre el análisis de riesgos, preparar un Plan de Contingencias actualizado.	Valoración de cada medida de contingencia en su real dimensión con Flujogramas o cadena de mando de alto grado de operatividad.	Impacto ambiental con atención inmediata, menor daño al medio ambiente, infraestructura y personas.
3	Planificar y ejecutar una adecuada información y capacitación sobre problemas ambientales esperados.	Llevar a cabo cursos cada tres meses sobre la propuesta de mitigación.	Personal adiestrado con mejores condiciones para atender una contingencia.
4	Simulacros una vez al año sobre la posibilidad de generación de un incidente de estabilidad del RSNJ.	Preparación adecuada preparación para afrontar un incidente bajo la aplicación de un Plan de Contingencias.	Personal adiestrado con mejores condiciones para atender una contingencia.
	SUELOS Y SUBSUELOS		
1	Reducción significativa de uso de suelo original para elaboración de queques	Estabilidad de áreas y volúmenes del suelo, impactos ambientales reducidos	Menor desestructuración de los suelos del RSNJ. Aréas mínimas

N°	MITIGACIÓN	ALTERNATIVAS DE ADECUACION	RESULTADOS
	(50%).	por menor emanación de olores y coberturas en áreas del RSNJ.	para disposición de queques. Reducción en la emisión de olores
2	Generar estudios científicos del suelo para reinsertar especies de flora y fauna en el relleno sanitario en el corto plazo.	Definir especies de flora y fauna para generar condiciones de cobertura vegetal y repoblamiento.	Reposición del paisaje, estabilidad del RSNJ y desarrollo sostenible.
3	En suelos con reducida remoción o perturbación dentro del AID, iniciar su preparación de mitigación ambiental.	Iniciar la revegetación de áreas poco perturbadas por las operaciones del RSNJ.	Contrarestar los impactos sobre el aire, agua y suelos

Fuente: Elaboración Propia

A.7.1.3.2 Aguas Superficiales y Subterráneas

Una de las medidas de mitigación que debe implementar el GAMLP para el Relleno Sanitario Nuevo Jardín, estará orientada a gestionar las aguas residuales que se generan en la ciudad de El Alto, para que puedan ser captadas en el sistema de alcantarillado de esa ciudad o alternativamente, cuando no se aplique lo último, el GAMLP optará por solicitar al GADLP la clasificación de calidad de aguas de la quebrada Alpacoma para determinar su categoría o su clasificación del Cuerpo de Agua Alpacoma según su Aptitud de Uso.

En ambos casos o alternativamente, sea la decisión que se aplique:

a) Una vez que se gestione la captación de las aguas residuales hacia su tratamiento, evitando la descarga directa a la cuenca Achocalla, se manejaran las aguas naturales que fluyen por la quebrada Alpacoma, realizando obras civiles menores en la parte superior de la microcuenca de la quebrada Alapcoma, y,
b) En base a la aptitud de uso de la quebrada Alpacoma establecer (durante la etapa de cierre del RSNJ), qué grado de impacto generaría una posible descarga de aguas superficiales y/o subterráneas a la quebrada, cómo modificaría su calidad de aguas y hasta donde abarcaría dicho impacto de alteración de una calidad determinada aguas abajo a la cuenca del río de La Paz.

Esta propuesta está sostenida en el hecho de cómo fue diseñado el control ambiental del RSNJ para las aguas superficiales y subterráneas, al comprometerse y estar aprobado por la AACN en el Manifiesto Ambiental, el control de la calidad de aguas superficiales de la quebrada Alpacoma sin contar con una evaluación comparativa, por tanto, sin aplicación de una gestión ambiental para su mejora, cuando el Manifesto Ambiental estimaba la posibilidad de impacto por la existencia del relleno sanitario, razón por la cual se establecieron los dos puntos de control de la "calidad del curso de agua Alpacoma".

Uno de los grandes desafíos que tiene el manejo de la gestión ambiental en un relleno sanitario, es la disposición final de los lixiviados, la decisión directa y convencional es su tratamiento físico, químico y biológico para su descarga a cursos cercanos cumpliendo los estándares de calidad ambiental.

Existen una infinidad de tratamientos, determinados por la caracterización específica fisicoquímica y biológica del lixiviado. De esta afirmación surge una pregunta: ¿Con la experiencia acumulada del manejo del Relleno de Mallasa y 14 años del RSNJ, el GAMLP y TERSA S.A., no tendrían que contar

con una tecnología de punta adecuada a las características de tratamiento del Lixiviado? Parece que no.

La actual descarga de lixiviado del RSNJ es de 52 a 60 m^3/día (datos por aforo e información verbal proporcionada por profesionales del SIREMU de 0.6-0.7 l/s). Después de su tratamiento fisicoquímico (dismunición del DQO y separación de lodos), se emplea para la elaboración de queques, práctica de bajo costo, pero poco amigable con el medio ambiente.

De este modo, resulta absolutamente imprescindible completar la línea de procesos de tratamiento del lixiviado (físico, químico y biológico) para que se evite o reduzca el "tratamiento" del lixiviado en la elaboración de queques, ya que genera impactos asociados a la calidad del aire y suelos.

A.7.1.3.3 Residuos Sólidos

El principal objetivo de un relleno sanitario es aplicar la gestión integral de residuos que es un sistema conformado por diferentes procesos que finaliza con la disposición final de residuos en un marco de protección a la salud y el medio ambiente.

La disposición final de los residuos sólidos municipales debe cumplir el fin último. Pero esta actividad genera residuos especiales que merecen una disposición diferente como la venta de chatarra a personas que reciclan estos residuos y los convierten en materiales aprovechables, siempre y cuando no hubieran sido maltratados por disposición temporal a la intemperie.

Aunque la mayoría de las soluciones ambientales generan nuevos "residuos" es importante minimizar su generación. Este criterio debe ser sustanble ambientalmente, como es el caso, de la elaboración de queques que debe ser "dispuesto" sobre la superficie del relleno sanitario; cumplimiento estándares técnicos que eviten nuevos impactos.

A.7.1.3.4 Sustancias Peligrosas

El lixiviado es una sustancia peligrosa porque puede causar daño a la salud humana o al medio ambiente, entra en la clasificación CRETIB, por su característica tóxica. Dada esta propiedad no puede ser descagada en cursos de agua superficial o subterránea de forma directa; excepto, previo tratamiento físico, químico y biológico para cumplimiento de parámetros de calidad del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333.

Otros residuos clásicos en la AOP son los aceites y lubricantes usados, que deben ser cambiados de manera general en promedio cada 250 horas de trabajo para retroexcavadores, palas, volquetas. Su cambio debe ser llevado a cabo en el taller de mantenimiento con piso cementado y dispuesto de forma temporal en un almacén específico para este fín. Después deberá ser entregado a personas o empresas que cuentan con Licencia Ambiental para su tratamiento y reutilización de los mismos.

Para el manejo de sustancias peligrosas (algunas de ellas controladas en nuestro país, como el diésel y gasolina) la AOP debería contar con una Licencia Ambiental para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP), con este requisito tramitar su Registro para la compra y uso.

A.7.1.3.5 Riesgos

El documento de análisis de Riesgo y Plan de Contingencias deberá ser preparado con enfoque actual, valoraciones en su real magnitud, ante posibles incidentes, con Flujogramas claros y precisos,

cadena de mando y activación el estado de emergencia con asignación de recursos inmediatos, económicos, personal capacitado, equipo y maquinaria y apoyo de instituciones capacitadas para atender eventos no usuales.

Para este fín, se dictarán cursos o talleres de capacitación al personal operativo del RSNJ y al menos una vez al año se llevará a cabo simulacros de atención a un incidente. Toda la información del simulacro deberá estar registrada en planillas elaboradas para este fin que deberán ser socializados con el personal.

A.7.1.3.6 Suelos y Subsuelos

La afectación al suelo se debe a que se emplea como un recurso no económico al mezclarse con el lixiviado, con un costo intrínseco cero. El hecho es que se explota cuatro partes de suelo original para mezclarse con una parte de lixiviado, proporcionándole diferente composición química y se lo dispone perturbado dentro del AID del relleno sanitario. Todavía no está demostrado que esta actividad es inocua al medio ambiente, al contrario, disponer el lixiviado sobre el suelo representa un impacto ambiental a la calidad del aire, sin conocer efectivamente su alcance real o grado de afectación.

Por este motivo, se propone un estudio científico del suelo para verificar (después de un segundo tratamiento del suelo) si sus condiciones "modificadas" pueden albergar una recomposición florística y de la fauna en el sitio del emplazamiento del relleno sanitario. Es posible que la propuesta de revegetación pueda iniciarse en lugar con suelo original no perturbado que vaya albergando sucesivamente a las especies de fauna existentes en el AII.

A.7.2 Remediación Ambiental

Para llevar a cabo un Programa de Remediación Ambiental, con carácter previo, se deberá establecer las condiciones ambientales en las que se encuentra el sitio, en este caso, el emplazamiento del Relleno Sanitario Nuevo Jardín (AID), además determinar si el grado de contaminación tiene alcance en su entorno (AII) y afecta a la salud humana y la integridad del ecosistema.

Este análisis y evaluación del grado de contaminación que genera el RSNJ se determinó en la Fase 2 (Actividades en el Sitio a Auditar) con dos enfoques: sobre la situación previa informada y aprobada oficialmente por la AACN (Manifiesto Ambiental) con controles en un periodo de ocho (8) años (informes IMA's, hasta el incidente), y, otra de Diagnóstico de la situación actual en cumplimiento al alcance de los Términos de Referencia de la Auditoría Ambiental (AA).

Conocer la situación ambiental anterior y actual, comparativamente, contamos con las evaluaciones previas sobre su deterioro, mejora o mantenimiento de estándares ambientales para los factores de la calidad del aire (PM10, partículas biológicas viables, biogás y olor), aguas superficiales, subterráneas y suelos, asociados al análisis de riesgos, referido fundamentalmente, a la estabilidad de taludes.

Sobre este último concepto, ese análisis nos llevaría a investigaciones de alta complejidad, porque tenemos un Proyeco original del Diseño de Macroceldas del RSNJ, aprobado oficialmente por la AACN, que no fue construido, pero no contamos con los planos As Built o el modificado, construido

y que correspondería a un diseño geotécnico real. El deslizamiento es un hecho ocurrido. La información con la que contamos es insuficiente para llegar a conclusiones sobre la estabilidad actual del relleno sanitario.

Las actuales medidas preventivas (algunas no descritas en el Plan de Cierre) como el recubrimiento con geomenbrana la casi totalidad del RSNJ, construcción de un sistema de colecta del lixiviado, reconstrucción del sistema de captación del biogás, construcción de zanjas de coronación y otras medidas de carácter preventivo y correctivo, además de la instalación de una Planta de Tratamiento de Líxiviado (en etapa de prueba), todas implementadas post deslizamiento, podrían sugerir que el Relleno Sanitario Nuevo Jardín alcanzó un equilibrio; condicionado a un riguroso Plan de Monitoreo Técnico Ambiental, de taludes, factores ambientales (Aire, aguas, Residuos Sólidos, Sustancias Peligrosas, Riesgos, Seguridad e Higiene y Suelos u subsuelos) y mantenimiento integral.

La Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales Negativos identifica nueve (9) impactos negativos, seis (6) relacionados con la inestabilidad del relleno y tres (3) con contaminación del aire, aguas (lixiviado) y suelo. La inestabilidad o estabilidad del relleno sanitario fue explicado que requiere una abundante información técnica.

Otro aspecto a considerar, antes de plantear medidas de remediación, es el uso futuro del sitio remediado, este objetivo es fundamental definir para aplicar un plan de remediación de alta metodología científica o alernativamente aplicar un plan de remediación que permita obtener resultados previstos de menor impacto ambiental y seguridad en salud a la población aledaña; alcanzando metas reales de mitigación y adecuación ambiental propuestas. Se considera que la mejor opción después de la etapa de post cierre, el uso del relleno sanitario estará destinado como una Area de recreción.

De este modo, para proponer medidas de remediación nos centramos en tres factores como las medidas de mitigación y de control técnicas del RSNJ que deben considerar la ejecución de estudios preliminares. Una vez logrados los resultados de cada uno de los estudios se implementarán los Proyectos a Diseño. Complementariamente a estas tres fases de desarrollo técnicos se deberán ejecutar medidas de seguimiento ambiental.

Cuadro A-34 Medidas de Remediación Factor Aire

Calidad del Aire		
Parámetros	**Evaluación**	**Remediación**
PM10	Cumple normativa	No aplica
Particulas Biológicas Viables	No cumple	Aplica
Biogás	Significativo	Aplica
Olor	Cumple normativa	No aplica

Fuente: Elaboración propia.

A.7.2.1.1 Impacto del RSNJ a Quebrada Alpacoma en aguas superficiales, subterráneas y lixiviados:

Cuadro A-35 Impacto del RSNJ en aguas y lixiviados

Calidad de las Aguas		
Evaluación	**Parámetros/Impacto**	**Remediación**
Aguas Superficiales		
Quebada Alpacoma caracterizada como agua residual cuya fuente es la descarga de un sistema de alcantarillado no consolidado de viviendas de la ciudad de El Alto. Los puntos de control de calidad de aguas arriba y aguas abajo del RSNJ, mantienen una calidad de aguas similar. No existe impacto importante por descarga de aguas del relleno sanitario.	Exceden los límites permisibles de DQO, DBO5, Cl^-, $SO_4^=$, NO_3^-, N_5^-, SST N, P total, $S^=$, A&G, CN^-, Fe, Mn, Na y Hg. Los límites referenciales fueron asumidos los valores establecidos en el A-1 del RMCH.	No aplica una propuesta de remediación debido a que no existe un impacto sobre el cuerpo de agua superficial cercano por el emplazamiento del RSNJ. No se verificó de forma visual descargas líquidas del relleno a la quebrada Alpacoma.
Aguas Subterráneas		
En base a los resultados comparativos de los puntos AG-01 AA ALPA y AG-03 AA ALPA se determina que existe cierto grado de impacto ambiental por aguas subteráneas sobre las aguas de la quebrada Alpacoma.	Los resultados de laboratorio de los dos puntos de monitoreo sobre la quebrada Alpacoma tienen indicios de un probable impacto ambiental por aguas subterráneas incremental a la quebrada Alpacoma.	La medida de remediación que se plantea está referida a un control de confirmación de este probable impacto por aguas subterráneas sobre las aguas de la quebrada Alpacoma.

Fuente: Elaboración Propia

El lixiviado es una descarga líquida producto de la disposición final de los residuos sólidos domésticos (municipales) bajo el método de relleno sanitario. El lixiviado es líquido que contiene una altísima carga másica de demanda química de oxígeno, demanda biológica de oxígeno, sales y metales pesados.

Actualmente, el lixiviado es descargado y almacenado en estanques (alrededor de 60 m^3/día), actualmente, parte del volumen total es tratado por método fisicoquímico en una Planta de Tratamiento de Lixiviados (en etapa de pruebas, inspeccionados en fechas 28/01/2020 y el 10/03/2020) y el otro volumen es "tratado" o mezclado con suelo para la obtener queques que son dispuestos en áreas superficiales del RSNJ. Por información verbal recibida de personas responsable del SIREMU (GAMLP), la PTL tiene una capacidad de tratamiento de 2 l/s y funciona tres horas al día con tratamiento de 22 m^3/día. Eliminaría una carga contaminante de 40.000 mg/l de DQO hasta 10.000 mg/l.

De la explicación brindada podemos señalar que al menos 58 metros cúbicos de lixiviado se mezclarían con suelo original en una relación 1:4 dispuesto en el RSNJ. Si consideramos, el periodo de abril hasta noviembre de 2019, cuando el único tratamiento era la formación de queques, tenemos un volumen aproximado de 55.680 m^3 de queques dispuestos en diferentes áreas del RNSJ.

Si la altura de disposición de este volumen es 5 m, el área requerida para disponer los queques es de 11.136 m^2, un poco mayor que una hectárea. En conclusión, este manejo o gestión ambiental del manejo del lixiviado genera un impacto ambiental, tanto a la calidad del aire por la generación de olores y partículas biológicas viables, como en el factor suelo. En suma, se debe proponer una medida de remediación a este impacto ambiental bajo la siguiente propuesta:

- Implementar un sistema de tratamiento de Lixiviado que tenga procesos físicos, químicos y biológicos para reducir singnificativamente la carga másica final del lixiviado de descarga o salida del proceso.
- Dada la magnitud de impacto ambiental que genera el "tratamiento" mediante la elaboración de queques, alternativamente, se podría considerar la construcción de una Macrocelda para disposición final de los queques, con diseño técnico de ingeniería civil, planos As Built y Licencia Ambiental aprobada.

Durante la presente AA la Consultora Ambiental Los Alamos IC Ingenieros Consultores S.R.L., sugiere implementar la primera opción analizada.

A.7.3 Propuestas de Remediación Ambiental

La propuesta de remediación ambiental estará centrada como programa en las medidas para eliminar los impactos ambientales del lixiviado, biogás y la posible afectación de la calidad hídrica por aguas subterráneas a la quebrada Alpacoma.

A este efecto, identificamos como responsable de llevar a cabo este programa de remediación al Gobierno Autónomo Municipal de La Paz con la aplicación de un plan reajustado y elaborado para el efecto, se sugiere previamente la consolidación de las medidas de mitigación y adecuación ambiental señaladas en el Cuadro A-36. Asimismo, durante el periodo de cierre del RSNJ cumplimiento estricto de un plan de monitoreo ambiental con calendario prefijado para las épocas seca y lluviosa y que sea con acompañamiento del GADLP.

El acompañamiento resulta indispensable para verificar la acreditación de los laboratorios, los equipos a emplear, verificación de la aplicación de los protocolos de muestreo y el empleo de los niveles o límites máximos permisibles para la evaluación de las calidades de los factores ambientales monitoreados.

La propuesta para remediación de aguas subterráneas podrá contemplar el siguiente alcance:

Cuadro A-36 Propuesta de Remediación

N°	Medidas de Remediación	Complementación de la Medida
1	En base a una red de tomografía en la parte sur del RSNJ, después de resultados, realizar la perforación de un pozo profundo para muestreo de agua subterránea.	El propósito es contar con un punto de muestreo de aguas subterráneas bajo la interpretación de resultados de la geofísica
2	Fijar un punto de muestreo de agua superficial a 100 metros aguas arriba del RSNJ sobre la quebrada Alpacoma. Fijar un segundo punto de muestreo 200 metros aguas abajo después del RSNJ.	El objetivo es evaluar los resultados comparativamente para cada par de puntos. Si las diferencias exceden en concentración en un 100% de un punto a otro; existe impacto, caso contrario, no se aplica medidas de remediación.
3	En caso de confirmar un impacto ambiental por aguas subterráneas a la quebrada Alpacoma.	Se excavará un pozo profundo de mayor diámetro para extraer el lixiviado para ser tratado en la PTL.
4	Muestreo de aguas de los tres puntos.	Durante el periodo de la etapa de cierre se continuará con el monitoreo.

Fuente: Elaboración Propia

La propuesta para el manejo del Biogás tiene el siguiente alcance:

Cuadro A-37 Propuesta Remediación para biogás

N°	Medidas de Remediación	Complementación de la Medida
1	Perforación de 28 pozos profundos (2 por cada celda) para controlar el nivel del lixiviado y evitar la formación de bolsones de biogás que generen presión en cada celda.	La Macrocelda 4 tiene 4 celdas: 2 de emergencia, la celda 10 y la celda 12. La perforación de pozos profundos de control de lixiviado y por ende la generación de biogás debe ser una primoridad.
2	Simultaneámente, efectuar una reingeniería de captación centralizada del biogás para llevar a cabo su quema.	El sistema de captación centralizada que se aplique deberá comprobada en su funcionamiento. Cada captador deberá necesariamente quemar el biogás, su inactividad será indicio de alerta.
3	Se controlará las emisiones fugitivas	Deberán ser captadas al sistema central de forma inmediata.

Fuente: Elaboración Propia

El sistema de tratamiento del Lixiviado está catalogado de mayor importancia en la gestión ambiental de la operación del relleno sanitario Nuevo Jardín, ya que representa llevar a cabo una investigación científica de alto nivel, luego aplicar la tecnología escalonada en el funcionamiento de una planta de tratamiento a nivel industrial. A la fecha, la planta de tratamiento fisicoquímico no representa una garantía de cumplimiento de los estándares de descarga del líquido lixiviado, debido a que es necesario continuar con un "tratamiento" no adecuado del lixiviado en la elaboración de queques, que genera a su vez otros, problemas ambientales complejos con afectación al aire (generación de olores y partículas biológicas viables), al suelo y a la propia estructura del RSNJ.

En ese sentido, se propone el empleo de medidas de remediación que reduzcan hasta un 80% de la carga másica contaminante del lixiviado, en una primera etapa, la investigación de procesos científicos de tratamiento del lixiviado con el alcance propuesto y segundo el pleno funcionamiento a ese nivel de una planta de tratamiento de lixiviado.

En base a los criterios señalados se propone un esquema referencia de una posible Planta de Tratamiento del Lixiviado para el Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma:

Flujo de Proceso Líquido Lixiviado

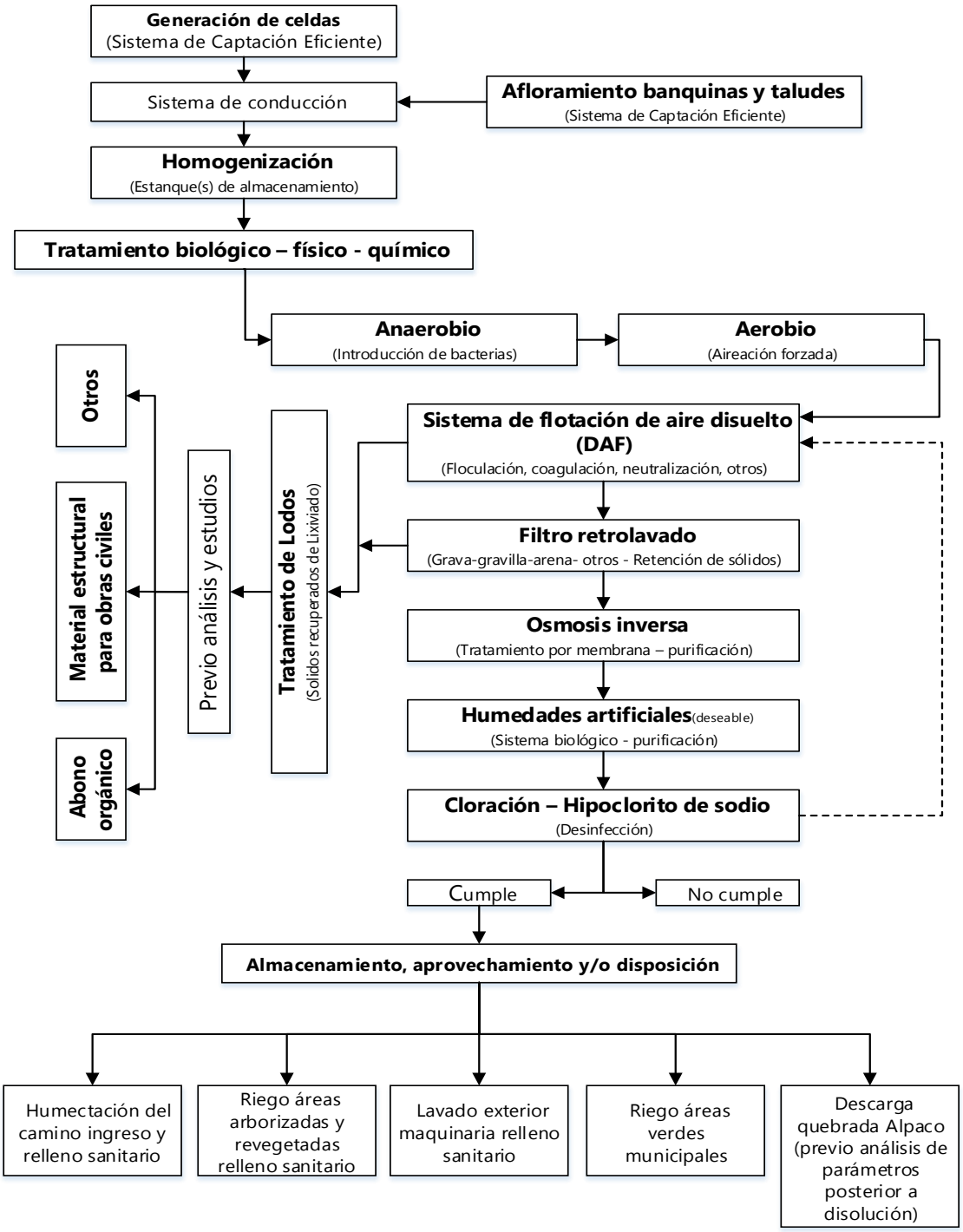


Figura A-39 Flujo de Proceso de Lixiviado

A.7.4 Evaluación de las Medidas Implementadas para la Atención del Suceso en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín

La evaluación de las medidas implementadas para atención del suceso está desarrollada a partir del Plan de Contingencias Específico (aprobado en fecha 31 de enero de 2019) contrastado con informes de inspecciones técnicas emitidos por autoridades del MAAyA, resultados fisicoquímicos analíticos y criterios propios; representan la metodología de evaluación de su grado de cumplimiento.

El Plan de Contingencias Especifico elaborado por la Empresa TERSA S.A., fue aprobado por el Gobierno Autónomo Departamental de La Paz (GADLP), los análisis fisicoquímicos y resultados de laboratorio realizados por el laboratorio del GAMLP. Los informes técnicos de inspecciones para la evaluación representan los documentos de respaldo para la evaluación de las medidas implementadas, donde participó activamente el Ministerio de Medio Ambiente y Agua como Autoridad Ambiental Competente a nivel Nacional; no así el Gobierno Autónomo Departamental de La Paz (GADLP) en el seguimiento a las actividades implementadas a consecuencia del evento.

Las inspecciones del MMAYA comenzaron con la emisión de un Informe Técnico NI/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAM N° 0016/2019 y Nota MMAYA/VMABCCGDF/143/2019 del 21 y 24 de enero de 2019 de conocimiento del GAMLP. En lo sucesivo nos referiremos a cada una de las 20 inspecciones por el evento realizadas por la AACN.

Dado que estos dos documentos fueron emitidos antes de la aprobación del Plan de Contingencias, serán evaluados sin hacer referencia al Plan de Contingencias.

En estos documentos la AACN informa al GAMLP la situación ambiental de ese momento (24/01/2019) señalando que el deslizamiento afecto la infraestructura y estanques, recomendando la propuesta de un nuevo sistema de tratamiento de lixiviados y llevar a cabo el tratamiento de lixiviados desplazados represados. Reposición de un punto de monitoreo de aguas subterráneas. Presentar un plano reformulado de distribución de áreas del RSNJ.

Se continúa recomendando que se desarrolle obras para contención de los RSD en el cauce de la quebrada Alpacoma de forma inmediata porque está comprometiendo la calidad hídrica. Se evidencia el vertido de lixiviado de forma directa a la quebrada Alpacoma.

Con referencia a la estabilidad de taludes se afirma que se ha verificado *"… el diseño aprobado mediante Manifiesto Ambiental del 27/10/2010, se evidencia que existen diferencias en la construcción de la Macroceldas existentes y lo observado mediante inspección…"*. Esta diferencia específica está dada por una diferencia de altura de 11 metros entre lo aprobado y el existe previo al deslizamiento, lo que involucraría un sobrepeso de residuos sólidos. El talud expuesto de la Macrocelda 4 denota que no existió la relación de 3 a 1, siendo la relación 1 a 1.

El deslizamiento total de la Macrocelda 4 afectó parcialmente a la celda 10 de la Macrocelda 3, afectó a la celda 3 Macrocelda 1, celda 6 Macrocelda 2. La nueva celda 12 en el talud sur no cuenta con apoyo o muro de contención que asegure su estabilidad.

Para contener el derrame el GAMLP construyó tres diques de retención distribuidos para evitar un mayor grado de contaminación por RSD y lixiviado a la quebrada Alpacoma y por ende al río Achocalla. La afectación a cuatro estanques de los siete ocasionó el derrame de lixiviado. Estos estanques difieren en cantidad y ubicación del alcance aprobado en el manifiesto ambiental. Este hecho representa una convención a la normativa ambiental Decreto Supremo 28592, artículo 17, parágrafo II) en el inciso e).

Al termino del documento la AACN observa derrames de aceites sobre el terreno; la poza de separación de grasas colmatada; chatarra dispuesta sobre el suelo; acumulación de filtros producto del mantenimiento de la maquinaria y almacenamiento de sustancias peligrosas, dichas infraestructuras no considerados en el alcance del manifiesto ambiental.

A.7.4.1 Plan de Contingencias Específico

El documento es desarrollado a partir de la información referida a la ubicación del RSNJ, los residuos sólidos domiciliarios y asimilables en 11 celdas y 4 Macroceldas, las mismas que cuentan con sistemas de impermeabilización en la base y paredes, drenajes de lixiviados y captadores de biogás.

De acuerdo a datos presentado sobre el Balance de Lixiviados, su volumen de generación es de entre 120 a 150 m^3, dependiendo de la época estacional, de los cuales son tratados en la planta de tratamiento 80 m^3 y el resto mediante mezclas con suelo de características arcillosa (queques).

El área afectada (contaminada) por el evento tiene una superficie de 8.9 Ha con una longitud de deslizamiento de 833 metros, gran parte dentro del predio, aunque una fracción estuviera fuera del mismo.

El Objetivo General del Plan de Contingencias fue el de Contener los Residuos Liberados, minimizar y limitar su dispersión a fin de reconformar las celdas afectadas para de esta manera proceder a la limpieza del sitio y restauración del área afectada.

Además, se plantearon 8 objetivos específicos como la rehabilitación y apertura de nuevos accesos; control de lixiviados y desborde de los estanques de almacenamiento; estabilización de los residuos deslizados; reconducción de los sistemas de drenaje; instalación de captadores; rehabilitación del estanque 6, laguna de aireación y implementación de un Plan de Monitoreo.

El análisis, evaluación y grado de cumplimiento se desarrolla en el siguiente Cuadro A-38:

Cuadro A-38 Evaluación de cumplimiento - Plan de Cotingencia RSNJA

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLIMIENTO
1.2 1.3 2 3	Residuos Dispuestos Balance de lixiviados Resumen del suceso Delimitación del área contaminada	Del mes de octubre de 2004 a diciembre de 2018. Disposición de RS domiciliarios o asimilables en 11 celdas y 4 Macroceldas.	El MA fue aprobado el 27/10/2010 para 4 Macroceldas, 6 celdas para disposición de RSD y Residuos patógenos.	Existen diferencias entre el diseño aprobado en el MA y el construido.
		Diariamente se generan de 120 a 150 m^3 de lixiviados, 80 m^3 son tratados en la planta de tratamiento y el saldo mediante mezclas con suelo arcilloso (queques)	El diseño de la PTL fue calculado a partir de la generación de 56.55 m^3 de lixiviado, según Anexo 3 del MA. Función con una capacidad máxima de tratamiento de 53,67 m^3 año 2014	La capacidad de tratamiento de lixiviado, por datos proporcionados por TERSA S.A., nunca fue superior al 45% sobre un volumen de lixiviado generado de 100 m^3/día.
		A hrs. 17:35 se produjo el colapso súbito de la Macrocelda No. 4, desencadenando el deslizamiento de residuos con un volumen aprox. de 850.000 m^3 que descendieron hasta la quebrada Alpacoma con un movimiento reptante que cesó aprox. a hrs. 21:00 del mismo día.	La primera medida de atención del suceso es la conformación de un muro de pie de talud en el lado oeste de la Macrocelda 3, que es insuficiente para contener el deslizamiento. La segunda medida es la de resguardar a trabajadores y equipo pesado	Se efectuó la atención inmediata al evento
		Área deslizada comprende una extensión de aprox. 8.9 Ha. Desde el coronamiento hasta la qda Alpacoma 833 m., alcanzando una fracción de los residuos al lecho de la quebrada, la cual será remediada.	Los RSD excedió el límite del predio en una superficie de 2492.56 m^2. El evento no pudo contener el lixiviado que hizo contacto con la quebrada Alpacoma. El informe técnico de inspecciones en fecha 25 y 28/01, reporta un canal de derivación del represamiento 1 y 2 hacia el río Achocalla.	El deslizamiento excedió el límite predio en 2.492.56 m^2.
7. Descripción de las actividades inmediatas				
7.1	Habilitación de accesos hacia la planta de tratamiento de lixiviados y hacia la dorsal sur.	- Se propone la habilitación de dos vías de manera progresiva y paralela a la reconformación de la masa de residuos deslizados. Hacia la Planta de Tratamiento y hacia Dorsal Sur. - Con cunetas laterales, cubiertas de tierra y después con geomembrana.	Sin información de respaldo para su cumplimiento	-
7.2	Construcción de 3 diques para la contención de los residuos y lixiviados desplazados hacia la quebrada Alpacoma.	Dique 1 en el lecho de la quebrada a la altura de planta de tratamiento, dique terreo de aprox. 40 m de ancho con una altura de 4 m. en dos cuerpos, uno con 320 m^3 y el segundo con 240 m^3. Planos de diseño de diques de contención se encuentran en ANEXO 2. Se complementará esta información con los planos As Built los cuales serán remitidos a las autoridades. Se prevé la evacuación de residuos en máx. 10 semanas. Para los diques 2 y 3 el diseño inicial se ha modificado ampliando el ancho del coronamiento y la altura de los diques, se completará esta información con los planos As Built los cuales serán remitidos a las autoridades correspondientes.	En inspección de fechas 19-20/09/2019, por auditores se evidencia los lugares de construcción de los diques. Además, el MMAYA verificó el área de represamiento 2 está completamente cerrado, recibiendo agua de la quebrada Alpacoma. En un nuevo represamiento fue generado por lluvias. Informes Inspección 2da-3era – 23/01/2019 y 25/01/2019. Se verifico que el banco de queques, se encuentra fuera de los predios del RSNJ, sin la implementación de las medidas ambientales como ser: Impermeabilización, cobertura, entre otros. Inspección 16ta - 24/07/19. Se evidenció que no se cuenta con un banco de queques para la disposición del material deslizado; por tanto, el GAMLP no estaría realizando un manejo adecuado de los suelos contaminados producto de la mezcla de lixiviados con material terreo deslizado. Inspección 19na - 13/08/20	Medida de atención inmediata parcialmente cumplida. Inspección 2da-3era – 23/01/2019 y 25/01/2019. Inspección 16ta - 24/07/19. Inspección 19na - 13/08/20
7.3	Elaboración de queques en los diques 1 y 3.	Para el control de los lixiviados se realizarán mezclas con tierra (queques) en una relación de 1 a 4. Serán elaborados empleando maquinaria pesada y suelo arcilloso del mismo	En inspección de 18-19 de enero de 2019 se tenía registrado 2 espejos de lixiviados, el primero a 100 m y el segundo a 200 m del área de represamiento 3 (aguas abajo), mismas que se	En área de represamiento 1 continúan los trabajos de elaboración de queques. (15/03, MAAyA)

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLIMIENTO
		sector o de sectores aledaños, éstos serán dispuestos en el sector denominado Banco de queques. Frente 1 (dique 1): Para aprox. 5000 m^3 de lixiviado se necesita 20.000 m^3 de tierra y una superficie de 2 km^2. Frente 2 (dique 3): ya fue mezclado, faltando el traslado hacia el relleno.	encuentran completamente cubiertas de tierra. Así como el represamiento 1 (cerrado). Sector contiguo al curso de agua de la explanta de tratamiento de lixiviados se identificó que continúan los residuos sólidos esparcidos. Se debió evacuar el lixiviado del sector no solo con queques. Informes de Inspección 2da-3era – 23/01/2019 y 25/01/2019.	
7.4	Adecuación y control de los residuos que se encuentran en la quebrada Alpacoma.	Los RS fueron confinados en el lecho de la quebrada con: 1. Muro lateral perimetral terreo de 5 m. de ancho en el coronamiento, 15 m. en la base y 10 m. de altura. 2. Conformación geométrica de los residuos al interior del muro perimetral. 3. Cobertura con tierra de los residuos y lixiviados. También se remediará el cauce de la quebrada: 1. Se habilitará un sector dentro de los límites de relleno sanitario para el traslado de los residuos sólidos que se encuentran en el lecho de la quebrada. 2. El sector habilitado deberá tener sistema de impermeabilización y será aprobado por la SUPERVISION del GAMLP. 3. Luego de concluir la evacuación se realizará la limpieza complementaria del lecho de la quebrada.	En el lecho del rio Alpacoma, no se evidencio maquinaria efectuando trabajos de estabilización y conformación del talud que aún no fue complementado. Inspección 18va - 07/08/19 En las obras de represamiento 3 se continúan los trabajos de recolección de residuos producto del deslizamiento. Se evidencia residuos dispersos (llantas, bolsas, plásticos) en las áreas de represamiento.	Se evidencia masa de residuos dispersos en obras de represamiento. Cumplimiento parcial a esas fechas. Inspección 18va - 07/08/19. Inspección 9na 15/03/19. Inspección 9na 15/03/19
7.5	Desvio de la quebrada Alpacoma.	Aguas arriba, se realizó el desvió de la quebrada Alpacoma para facilitar el flujo de las aguas pluviales y evitar que estas tengan contacto con los residuos y lixiviados deslizados. Adicionalmente, en el lecho de la quebrada se han instalado chapas ARMCO para encausar la quebrada y permitir el acceso de vehículos.	El paso de las aguas del río Alpacoma transcurre por un canal de derivación desde la obra de represamiento 2, hacia el río Achocalla. Inspección 4ta - 28/01/19 Se debe monitorear las características y el caudal del agua del rio antes del área de deslizamiento y al final del área de represamiento 1 (confluencia de los ríos Alpacoma y Achocalla), además de verificar posibles fugas de lixiviado. Inspección 2da 23/01/2019; Inspección 3ra 25/01/2019; Inspección 4ta 28/01/2019; Inspección 7ma 12/02/2019 Una vez concluidos los trabajos de contingencia, se deberá plantear medidas de mitigación al ensanche del Rio Alpacoma y la planchada donde se aprecio la presencia de Vizcachas (Lagidium viscacha). Inspección 2da 23/01/2019; Inspección 4ta 25/01/2019	Informe técnico de 28/01 identifica lixiviados de nueva generación aguas arriba del represamiento 3 (sur del relleno), en contacto con la quebrada Alpacoma. Medida de atención inmediata parcialmente cumplida, debido al hallazgo de lixiviados en el área. 2da 23/01/2019; Inspección 3ra 25/01/2019; Inspección 4ta 28/01/2019; Inspección 7ma 12/02/2019 Las medidas de mitigación no cuentan con información de respaldo debido al ensanche de la quebrada Alpacoma.
7.6	Evacuación de lixiviados del estanque 6 al estaque 5 empleando bombas y cisternas.	No se realizará una evacuación total del volumen almacenado en el estaque Nº6 solamente a una altura de 0.5 a 1 m para prevenir un posible desborde, se ha previsto un plazo de 30 días para la evacuación de este lixiviado empleando bomba y cisternas.	El MMAYA verificó que el estanque EG-6 se encuentra cerca al límite de su capacidad y el EG-7 recibe remanentes de residuos sólidos del área del EG-6. Inspección 18va - 07/08/2019	La medida de control para la actividad no se cumplió en el plazo previsto según la Inspección 18va 07/08/2019
7.7	Habilitación de bancos de tierra.	Los bancos de tierra habilitados para cobertura de residuos estabilizados son:	Se evidencio el movimiento de tierras fuera de los predios del Relleno denominada por el RL como fase V. Inspección 9na 15/03/19.	Parte de las disposiciones emanadas por la AACN no fueron cumplidas como acreditar el derecho

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLIMIENTO
		1. Material terreo resultante de la excavación de los estanques nuevos 2. Frente a la celda de patógenos 3. Banco de queques En caso de requerirse material terreo de otras áreas esto se comunicará a la supervisión del SIREMU, para su aprobación.	La autoridad solicita documentos de respaldo que las actividades de represamiento no comprometan la estabilidad del área. (18-19/01, MAAyA). Inspección 12da - 14/03/2019 Se evidencia trabajos de movimiento de tierra para la habilitación de la celda 15, fuera de los predios del RSNJ (40 Ha) y no acredita su derecho propietario. El GAMLP debe informar en el marco de que Licencia Ambiental se estarían llevando las obras de implementación de celda 15 y el movimiento de tierra y arcillas, entre otros. Inspecciones 13ra-14ta de las fechas 27/05/2019 y 13/06/2019. También se verificó movimiento de tierras detrás de la Dorsal Sur para reforzarla.	propietario y confirmar que la celda 15 se encuentra dentro del alcance de su Licencia Ambiental.
7.8	Habilitación de la Celda 11 Fase III.	Se realizaron los siguientes cambios a la construcción inicial: • Sistema de drenaje de lixiviados: Se realizó el cambio de los tubos del sistema de drenaje basal por tuberías de PVC de 10" en esquema 40. • Sistema de drenaje de biogás: Se instalaron dentro de los sistemas de drenaje de biogás tuberías perforadas de PVC de 10". • Base de la CELDA: Se adelgazo la capa de suelo de proyección de 20 a 10 cm y se instaló sobre la misma una capa de geotextil de 200 g/m^2. • Estabilidad de Talud ESTE – Externo: Para mejorar las condiciones de estabilidad se ha reforzado el talud interno de la celda con material arcilloso. A la fecha la celda está concluida y se inició con la recepción de residuos sólidos a partir del 30/01/2019, por un periodo de 29 días. En el ANEXO 3 se adjunta el proyecto de diseño de la celda, el cual incluye el estudio de estabilidad con los ensayos de suelo respectivo.	Operación de la celda 11 con el ingreso de camiones con residuos desde el 30/01/2019. Se evidencia en la celda 11 (Fase 3) lo siguiente: • La infraestructura (talud) de contención inadecuada. • Los captadores de Biogás se encuentran con lixiviado • El material de cobertura de la celda no es suficiente, toda vez que se observó residuos sólidos expuestos. • Los taludes no tienen relación 3:1 Asimismo; se destaca la siguiente información recabada de la inspección: • Tiempo de vida útil: 30 de enero al 03 de marzo 2019 • Cuenta con 4 pozos de biogás, los cuales se encuentran con lixiviado • Generación de lixiviado 4.8 m^3, aforo realizado en día de la inspección. • Personal de la empresa TERSA no dieron la capacidad de la celda, señalando que se encontraba en el diseño del proyecto. Inspección 5ta - 01/02/19 hasta la Inspección 11ma 24/04/2019.	Parte de las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera parcial, según se establece por las Inspección 5ta - 01/02/19 hasta la Inspección 11ma 24/04/2019.
8.Descripción de las Actividades a corto plazo				
8.1	Construcción del estanque de almacenamiento de lixiviados	Construcción de EG-7, a la altura de la curva 14 e ingreso a la PTLL. V= 8000 m^3. Con la finalidad de almacenar líquidos lixiviados de nueva generación procedentes de las MC 1, 2, 3 y del área deslizada. Generación anterior 120 m^3/día, actualmente se determina si este flujo ha variado.	Inspección 7ma - 12/02/19 identifica la construcción de dos estanques de lixiviados, uno no contemplado en el Plan aprobado. La ubicación de la construcción no es georeferenciada, el informe técnico del MAAyA expresa que la ubicación se encuentra fuera de los límites del predio. Los estanques EG-7. EG-8 y EG-9; aljibes 1, 2 y 3; celda 15, son obras complementarias al Relleno Sanitario Nuevo Jardín y no cuentan con Licencia Ambiental. Inspección 19na - 13/08/19 Se informó al MMAYA que en el EG-7 se lleva tratamiento anaerobio, entonces, se demanda su eficiencia, tiempo de retención y calidad del efluente. Inspección 19na - 13/08/20	Parte de las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera parcial, según se establece por las Inspecciones 7ma - 12/02/19 hasta la Inspección 20ava 22/08/2019.

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLIMIENTO
8.2	Estabilización de la masa de residuos deslizados	Su estabilización se hará en banquinas con un ancho mínimo de 5m y taludes en una relación de pendientes de 1 V a 2H. Esta conformación y cobertura tiene objetivos de: 1. Mitigar la emisión de biogás a la atmósfera 2. Controlar la emisión de malos olores 3. Evitar la proliferación de vectores 4. Evitar la infiltración de agua pluvial en la masa 5. Permitir la instalación de sistema drenaje de lixiviado en el pie de los taludes. A mediano plazo: el proyecto final de estabilización deberá incluir: a) La configuración final de las terrazas con base a un análisis de estabilidad. b) Diseño de la cuña pasiva. e) Diseño de los sistemas de drenaje de lixiviados. d) Diseño de los sistemas de drenaje de aguas pluviales.	La estabilización de la masa de residuos requirió la implementación de la celda 14B que se encuentra en etapa de impermeabilización la cual concluirá en 10 días (05/04, MAAyA). En inspección 24/04, se observa que la celda 14B se encuentra en operación, no se encuentra totalmente impermeabilizada, además se obtiene la información que esta celda opera desde el 15/03 con una capacidad para 45 días. Fecha de conclusión de vida útil celda 14B: 11 de junio de 2019. (27/05/19). Fecha límite de vida útil de la celda 14B: 18/06/19 aproximadamente (13/06). Conformación de talud de celda 14B pendiente (04/07). Las banquinas y taludes en el RSNJ no se encuentran concluidas. La Celda 15, también va a acoger la masa de residuos deslizados, su ubicación en área banco de queques, demuestra un afloramiento de agua. La AACN recomienda buscar otro sitio en cumplimiento a la NB 757. Área destinada se encuentra fuera de los predios del RSNJ. (24/04/19) En fecha 27/05/19 la celda 15 se encuentra lista para ser impermeabilizada, tiempo de vida útil: 4 meses, se instalarán 7 a 8 captadores de biogás, se ha presentado una autorización de los comunarios para uso de tierras, obtenida por la empresa TERSA. En fecha 13/06/19, la celda 15 se impermeabiliza y se prevé un abastecimiento para un aproximado de 40000 m^3 de residuos del deslizamiento. Cantidad aproximada recogida y dispuesta en la celda 15: 647 t/día (04/07/19). Los taludes no son estables. La Planta de Tratamiento de Lixiviados aún no fue rehabilitada, se debe recomendar al GAMLP remita el diseño e implemente una nueva planta de tratamiento de lixiviados. Inspección 18va - 07/08/2019; 19na 13/08/2019; 20va 22/08/2019 Los lixiviados son almacenados en estanques y aljibes.	Parte de las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera parcial, según se establece por las Inspecciones 2da - 12/02/19 hasta la Inspección 20ava 22/08/2019.
8.4	Instalación de sistema de drenaje de lixiviados en la masa de residuos estabilizada.	Se construirán sistemas de drenaje de lixiviados tipo francés en el pie de taludes de las áreas estabilizadas. Se describe en el Plan figuras de la metodología de construcción del drenaje propuesto. Se indica que una vez rellenada la zanja en la parte superior se colocará geotextil o yute para separación de finos y sobre ésta se colocará una cobertura de tierra. Se instalará cámaras de inspección cada 20m. Para este fin se describen por gráficas las cámaras de control de lixiviados e interconexión de cámaras de inspección.	Por mal funcionamiento de la captación de lixiviados se evidencia afloramiento de lixiviados en los pies de talud y taludes de las macro celdas 2 y 3. Se evidencio filtraciones de lixiviados en los taludes; siendo más evidentes el afloramiento de lixiviados en los en los taludes entre las banquinas 3-4 y 4-5. Se evidencia canales superficiales para el drenaje de lixiviados. Falta de conclusión de los trabajos de construcción de drenaje de lixiviado a los pies de taludes (macro celdas 2 y 3) Inspección 14ta 13/06/2019 Se evidencio la falta de mantenimiento de los drenajes pluviales y de lixiviados, Banquinas No. 2 No. 3, No. 5 y No. 6.	Inspección de 14/05 evidencia un sistema inadecuado de drenaje de lixiviados en la base de los taludes, tampoco hay personal trabajando en ellos. Fecha: 13/06/19, aun no se ha concluido con el sistema de drenaje de lixiviado al pie de los taludes. Fecha 04/07/19, no se observa trabajos de mantenimiento de drenajes pluviales y de lixiviados. Parte de las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera parcial, según se establece por las Inspecciones 8va – 28/02/19 hasta la Inspección 19na 13/08/2019.

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLIMIENTO
			Inspecciones 15ta 04/07/2019; Inspección 16ta - 24/07/19; Inspección 18va - 07/08/2019. En la inspección 11ma de fecha 24/04/19 se otorga la información de la instalación de 30 pozos de captación de lixiviados, en la macrocelda 4. En el acta No. 2108 el GAMLP hace referencia a un proyecto en etapa de construcción del sistema de drenaje superficial, profundo y semiprofundo. Al respecto la AAC afirma no haberlo aprobado. Inspección 19na - 13/08/2019	En fecha 11/12/19 en la medición de olores para el estudio de la AA se verifica la inexistencia de captación de lixiviados al pie de los taludes. Inspección 8va – 28/02/19; Inspección 9na 15/03/19; Inspección 11ma 24/04/2019; Inspección 12da - 14/03/2019; Inspecciones 13ra 27/05/2019; Inspección 14ta – 13/06/2019; Inspecciones 15ta 04/07/2019; Inspección 16ta - 24/07/19; Inspección 18va - 07/08/2019 e Inspección 19na - 13/08/2019
8.5	Instalación de captadores de biogás en la masa de residuos estabilizada.	En cumplimiento a lo especificado en el Manual de Operaciones y nuestra Propuesta Técnica, se construirán chimeneas verticales. Bajo replanteo de cada 30m a una profundidad de 5m, las chimeneas se instalarán con canastillos de malla de alambre galvanizado, colocado y rellenado con piedra.	Se identificó que aún continúan las fugas de biogás por los pozos de control de lixiviado, como por las grietas de la banquina 5. Inspección 13ra 27/05/19; Inspecciones 13ra 27/05/2019 En las Macroceldas 2 y 3 no se evidencia la presencia de chimeneas de biogás. Se evidencio salidas fugitivas de biogás en la superficie de la celda, mediante el burbujeo del agua acumulada en la superficie en la macrocelda 4. Inspección 11ma 24/04/2019 Existen captadores de biogás en los taludes, lo que evidencia una mala planificación respecto a la ubicación de los captadores de biogás; por lo cual, es necesario evaluar la estabilidad en los taludes, Inspección 19na - 13/08/20. En la Macrocelda 4 existen salidas fugitivas de biogás.	"*Se propone el sistema de control y quema de biogás centralizado con elemento de estructuras verticales de evacuación de biogases, red de captación, líneas de recolección, central de captación y quemador central". (MA, 2010).* En fecha 27/05/19 se identifica en banquina 5 la existencia de emisiones fugitivas de biogás. En inspecciones de la AA, de fecha 11/12/19 se corrobora este hallazgo. Las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera parcial, según se establece por las Inspecciones Inspección 8va – 28/02/19; Inspección 9na 15/03/19; Inspección 10ma 05/04/19; Inspección 11ma 24/04/2019; Inspecciones 13ra 27/05/2019; Inspección 14ta – 13/06/2019; Inspecciones 15ta 04/07/2019 e Inspección 19na - 13/08/20.
8.6	Rehabilitación de drenajes de agua pluvial.	Se construirán nuevas cunetas, otras serán mantenidas para este fin se seguirá el siguiente procedimiento: a) Replanteo de la cuneta. b) Corte con retroexcavadora canal de drenaje hasta alcanzar la sección de diseño c) Peinado manual de la base y paredes de la cuneta. d) Compactado de la base del canal empleando compactadora manual de placa vibratoria. e) Excavación manual de las zanjas de anclaje en los laterales del canal de drenaje. f) Revestimiento con geomenbrana de 1 mm del canal de drenaje teniendo la precaución en el solape. g) Rellenado de las zanjas de anclaje.	• Los canales del sistema pluvial perimetral aún no cuentan con material impermeable. • Falta la conclusión de la construcción de cunetas pluviales perimetrales. • Se ha verificado la construcción de drenajes pluviales perimetrales. • Los drenajes pluviales carecen de mantenimiento en época de lluvia o seca. • Las cunetas pluviales del área de los estanques no están impermeabilizadas. • Se evidencio la falta de mantenimiento de los drenajes pluviales y de lixiviados, Banquinas No. 6 No. 2 y No. 3. • Los drenajes pluviales de los estanques no se encuentran impermeabilizados.	Las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera parcial, según se establece por las Inspecciones Inspección 5ta - 01/02/19; Inspección 6ta - 12/02/19; Inspección 7ma 12/02/2019; Inspección 9na 15/03/19; Inspección 14ta – 13/06/2019; Inspecciones 15ta 04/07/2019 e Inspección 19na - 13/08/20.
8.7	Mitigación de gases y olores.	La mitigación de gases y olores se está realizando por la cobertura con material terreo de las banquinas y taludes de masa de residuos estabilizada en un espesor de 20 cm.	• No se evidencia la cobertura diaria en la celda 14b, lo que genera la proliferación de vectores y la dispersión de gases y olores al aire.	Las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera parcial, según se establece por las Inspecciones 14ta – 13/06/2019 e Inspección 16ta - 24/07/19.

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLIMIENTO
		Actualmente tal como se puede apreciar en la siguiente imagen del proceso de estabilización inicial supera los 55%. Duración del proceso de estabilización: 6 semanas.	• También se identifica la conformación de queques en diques 2 y 3, los cuales desprenden olores a lixiviado. • La celda 15 se encuentra en operación evidenciando que no se está realizando la cobertura diaria con material terreo.	Esta omisión promueve la generación de olores y vectores. Estas emisiones fueron fugitivas identificadas en inspecciones de la AA. La celda 15 continúa sin cobertura hasta la fecha.
9	Frentes de Trabajo	Se determinan cuatro frentes de trabajo definidos por la ubicación y ejecución de sus funciones. Frente 1 determinado a las actividades inmediatas. Frentes 2 a 4 destinados a las actividades a corto plazo.	No evaluado, al no existir coincidencia en el tiempo de ejecución del Plan.	-
10	Programa de Monitoreo Ambiental	El deslizamiento afectó los siguientes factores ambientales: Aire (emisión de olores, PST´s y aerotransportables); Agua (aguas superficiales entran en contacto con residuos y lixiviados) y Suelos (sedimentos de la quebrada Alpacoma). **Factor agua**: se realizó el inmediato represamiento de las aguas y lixiviado, se realizan mezclas terreas para su control, las mismas que son utilizadas como cobertura diaria de las celdas. Monitoreo de aguas, se llevará a cabo en cinco puntos (A1, A2, A3, A4 y Dique). Se analizarán 26 parámetros de calidad del agua con una frecuencia semanal.	Hay un solo reporte de calidad de aguas subterránea colectada de una "calicata" con 12 parámetros analizados de los 27 comprometidos. El cálculo para el indicador ambiental de calidad indica que el DQO excede **3.5** veces el límite permisible (Clase D de agua aprobado en el MA, 2010). En aguas superficiales se tomaron 5 muestras que exceden los LP el (02/02/19) DQO, el (03/03/2019) DBO_5, el (14/03/2019) fosforo total, aguas abajo y arriba del RSNJ. De 27 parámetros comprometidos en el Plan de Contingencias sólo se reportan 13 parámetros. El máximo exceso como indicador ambiental es **31** de DQO, **20,40** de DBO_5 y **30,31** de fosforo total y los mínimos no exceden los límites. De los 10 monitoreos ejecutados entre el 27/01/19 y el 29/03/19, en dos (2) se reportan análisis del lixiviado con resultados que exceden los límites permisibles (Clase D) para los parámetros de DQO en **1.082** veces (64950 mg/l), DBO_5 **373** veces su LP (1178 mg/l) para el primer informe técnico. **También se colectó en la segunda campaña (02/02/19) una muestra de lixiviado en la Macrocelda 4 con un resultado para el DQO de 1691 veces su LP (101491 mg/l) y DBO_5 38,36 veces su LP (1151 mg/l).**	Los análisis de laboratorio para lixiviado son reportados por el laboratorio municipal no acreditado. Solo se reporta un monitoreo de aguas subterráneas y suelos. De 27 parámetros para análisis químicos sólo se reportan 12 parámetros y de suelos de 15 parámetros comprometidos se reportan 8. La cantidad y ubicación de muestras de suelos no cumplen lo planteado en el Plan de Contingencias. La frecuencia y cantidad de monitoreos de aguas superficiales fueron ejecutadas de acuerdo al compromiso del 27/01/16 al 29/03/19. El impacto ambiental por el derrame de lixiviado evaluado por indicadores ambientales representa un exceso a la calidad hídrica de la quebraba Alpacoma y el río Achocalla en los parámetros de DQO, DBO5 y fósforo total. Durante la AA los tres parámetros reportan indicadores ambientales de 5, 6 y 4.30 veces su LP, respectivamente.
		Factor Aire: El olor generado por el evento se debe a los RS expuestos que contienen compuestos principalmente de azufre (SH_2). También se evaluarán la concentración de PST, PM10 y aerotransportables. Los puntos de control para partículas estarán ubicados en al menos cuatro puntos de los depósitos de residuos expuestos, ubicando el instrumento en dirección contraria al flujo del viento a una altura de 1 ,5 m del nivel del piso. Se realizarán de tres puntos de monitoreo cada quince días.	En aire se hicieron cinco campañas en 6 puntos de muestreo que exceden sus LP el (07/03/2019) PST y PM10. El máximo exceso como indicador ambiental es **9,73** de PST y **6,60** de PM10, el mínimo no excede los LP. En PBV se tomaron 6 puntos de muestreo que reciben la máxima calificación el (09/02/2019) Hongos y Recuento total. Los 2 parámetros comprometidos fueron monitoreados. En la escala de calificación según Pierre Boutin ambos parámetros se ubican en **fuertemente contaminado**. El biogás fue medido a partir de emisiones fugitivas durante dos campañas y 15 puntos. Para olores se llevó a cabo cinco campañas reportando cinco resultados.	Los dos parámetros PST y PM10 comprometidos fueron monitoreados. La duración del tiempo de corto no está determinada en el Plan. La calidad del aire tiene impacto ambiental por exceso a sus límites permisibles para PST y PM10. Las medidas de adecuación para reducir el impacto ambiental por PBV en el aire no fueron eficientes. La dispersión de olores no se informa hasta donde alcance del grado de impacto, en concentración, distancia y dirección.
		Factor Suelos: Durante todo el tiempo que se ha operado el relleno, el suelo han estado en contacto con lixiviado, producto de la preparación de "queques", riego de caminos	Solo se cuenta con un reporte de monitoreo de suelos (25/03/2019 – informe técnico 21/2019). En el monitoreo de suelos se tomó solo un punto de muestreo (siendo que él	Nuevamente, con el protocolo de muestreo se insiste (sin fundamento técnico) realizar el análisis de una sola muestra de suelo como se tratará de una

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLIMIENTO
		interiores con lixiviado tratado. El monitoreo de suelos, será efectuado en los mismos puntos de control de calidad de aguas. El análisis de suelos se evaluará por análisis de 14 parámetros.	compromiso era el monitoreo de los mismos puntos de aguas), de los 15 parámetros comprometidos solo se reportan 8.	actividad agrícola. Existe incoherencia en el enfoque, ya que los suelos se regaron durante 14 años con lixiviado.
11	Equipo y Maquinaria	El empleo de maquinaria para atender las actividades del Plan de Contingencias es: 12 excavadoras, 8 topadoras, 9 volquetas, una cisterna, una pala cargadora, una retroexcavadora y un rodillo compactador. Total: 33 equipos.	• En el área de represamiento 1 y 2 se encontró maquinaria parada sin realizar trabajos • No se evidencio personal que se encuentre realizando trabajos, de construcción y mantenimiento del sistema de lixiviados.	Las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera parcial, según se establece por las inspecciones 2da 23/01/2019 - 13ra 27/05/2019
12	Análisis de las Macroceldas 1, 2 y 3	La Empresa operadora TERSA de forma paralela a los trabajos de control en la quebrada Alpacoma, procedió a realizar una evaluación de la situación de estabilidad de las Macroceldas 1,2 y 3 que se hallaban en el lado derecho del deslizamiento realizando las acciones: 1. Inspección visual del estado de las Macroceldas 2. Sellado de fisuras 3. Control topográfico de los asentamientos 4. Reconducción de los drenajes de lixiviados hacia los nuevos estanques 5. Colocación de testigos de yeso Se llevó a cabo una tomografía del RSNJ.	• En las Macroceldas 2 y 3 no se evidencia la presencia de chimeneas de biogás y se identificaron afloramientos de lixiviados en los taludes. • Se identificó una grieta en la banquina 6 (Macrocelda 3) donde se colocó un "testigo de yeso". • No se presentó a la AACN monitoreos del control de asentamientos de las Macroceldas. • Al verificar el testigo de yeso colocado el 27/05/2019, se identificó que está siendo reemplazada por una chimenea para biogás.	Las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera parcial, según se establece por las inspecciones 9na 15/03/19 - 11ma 24/04/2019 - 12da - 14/03/2019 - 13ra 27/05/2019 - 14ta - 13/06/2019
13	Seguimiento y evaluación del presente plan	La empresa por medio su personal técnico y de campo asignado al relleno sanitario, realizará el seguimiento y evaluación del presente plan y propondrá a la supervisión las mejoras respectivas en caso de detectarse falencias.	• Las Obras complementarias se encuentran fuera del RSNJ, las cuales no cuentan con LA. • No se presentó la documentación que acredite que el derecho propietario del área de obras completarías pertenezca a TERSA. • El Relleno Sanitario Nuevo Jardín no tiene Licencia Ambiental vigente (EG-7, EG-8, EG-9 y aljibes 1, 2 y 3.	Las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera parcial, según se establece por las inspecciones 19na - 13/08/2019 y 20va - 22/08/2019.
14	Restricción del ingreso de personal	Por razones de seguridad, se ha restringido el acceso al área del Relleno sanitario, por lo que todo ingreso deberá ser autorizado por la Supervisión.	• No se tuvo reportes de personal ajeno.	Las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas, según se establece la inspección 14ta – 13/06/2019.
15	Plan de control de vectores	**Acciones inmediatas** • En los sectores accesibles al contorno del área deslizada se realizará la fumigación con una frecuencia de 1 vez al día por la tarde a horas 17:00 utilizando la sustancia CI-PATRINE. • Se contempla también la fumigación en sectores alrededor del relleno sanitario y previa coordinación con las urbanizaciones cercanas de Sequoya, Isla verde y camino a Achocalla a la altura del Relleno Sanitario sector universidad UPB. **Acciones a mediano plazo**	• Tersa debe informar cómo se están realizando los controles de vectores, presentar cronograma de fumigación y las características del producto. • Se evidenció, que no se está realizando la cobertura diaria con material terreo y se verifico la presencia de vectores del área Celda 14b y Celda 15.	Las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera parcial, según se establece por las inspecciones 8va - 28/02/2019 - 12da - 14/03/2019 - 13ra 27/05/2019 - 18va - 07/08/2019 - 19na - 13/08/20

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLIMIENTO
		• Se emplea material terreo para cobertura en las zonas estabilizadas, a la fecha se tiene un avance del 55%.		
16	Atención a denuncias	La empresa ha habilitado para la atención de denuncias relativas a la contingencia son los siguientes: 21153670 – 2115373. Para la programación de inspecciones y visitas los interesados deben dirigir una nota al Dr. Gíovanni G. Jemio Méndez - Director SIREMU	• Denuncia del Señor Ramos Ticona Paco, legítimo propietario de una parte del área del RSNJ, 1/04/2019. CAR/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAMyH/N°1871/2019 • Denuncia de Gob. Aut. Mun. Achocalla 13/03/2019. MMAYA/VMABCCGDF N°483/2019.	Las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera parcial para atender las denuncias.
17	Revegetación del área afectada	Se presentará un proyecto especificó el cual deberá ser aprobado por la supervisión previa a su ejecución.	Sin información de respaldo para su cumplimiento	-
18	Impactos sociales y de salud	La mayor molestia ambiental se debió a la emisión de olores, por el deslizamiento de residuos expuestos dispuestos hace 15 años por la operadora CLIMA. A la fecha producto del Plan de Contingencias se ha estabilizado y cubierto con material terreo un 55% de masa deslizada para disminuir los efectos de olores	• Se evidenció, que no se está realizando la cobertura diaria con material terreo exponiendo el material para mitigar los olores y la dispersa de contaminantes biológicos del área CELDA14-b y CELDA 15.	Las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera parcial, según se establece por las inspecciones 13ra 27/05/2019 - 19na - 13/08/20
19	Matriz de actividades	De ocho actividades de Respuesta Inmediata, tres actividades fueron concluidas al 31/01/2019, el resto se encontraba en proceso de ejecución con porcentaje de 20, 30, 70 y 90%. De las Actividades a Corto Plazo, una sola tenía avance del 10%, el resto estaba "por ejecutar según cronograma adjunto".	• Las banquinas y taludes no se encuentran concluidas, según el GAMLP las mismas ya se habrían concluido, se debe reportar el cronograma de mantenimiento de taludes y banquinas. • Los residuos sólidos aún se encuentran expuestos sin cobertura alguna en el EG-6 y estanque anaerobio. En este entendido, se debe reportar el cronograma de disposición de residuos en celdas. • Se debe presentar un cronograma de trabajo para las tres áreas de represamiento.	Las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera parcial, según se establece por las inspecciones 2da 23/01/2019 - 7ma 12/02/2019 - 18va - 07/08/19 - 19na - 13/08/19
20	Conclusiones	• Se tiene habilitada la Macro celda 11 Fase III para recepción de residuos. • Se han distribuido las actividades inmediatas y actividades a corto plazo en 4 frentes de trabajo para poder acelerar la ejecución de los trabajos. • La estabilización de la masa deslizada ya tiene un avance del 55%. • Se han confinado los residuos que se encuentran en la quebrada Alpacoma para evitar daños ambientales en la quebrada Alpacoma. • Se ha concluido con la habilitación del estanque Nº 7 para garantizar el almacenamiento de los lixiviados de nueva generación.	Se solicita un nuevo sistema de tratamiento de lixiviado que contemple las condiciones de generación actual, por medio de un balance de líquidos lixiviados.	-
21	Contenido de anexos	Anexo 1. Memoria de cálculo o diseño de las cunetas para vías de acceso Anexo 2. Planos de diseño de los diques de contención Anexo 3. Proyecto de diseño de la Celda 11	En el listado de Anexos no se detalla los cronogramas adjuntos La información corresponde a lo referenciado líneas arriba.	No se conocen los cronogramas.

Fuente: Elaboración propia en base al Plan de Contingencias TERSA e Informes de Inspección MMAyA

A.8 Costos

A.8.1 Costos Técnicos

PRESUPUESTO GENERAL

Proyecto: OBRAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL RSNJA

Moneda: bolivianos

Tabla A-108 Presupuesto General

Item	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
1. ESTUDIOS PRELIMINARES					
1	TOPOGRAFÍA	GLB	1,00	41.820,00	41.820,00
2	GEOLOGÍA LOCAL	GLB	1,00	43.505,41	43.505,41
3	GEOMORFOLOGÍA	GLB	1,00	43.505,41	43.505,41
4	GEOTECNIA	GLB	1,00	43.505,41	43.505,41
5	HIDROLOGÍA	GLB	1,00	43.505,41	43.505,41
6	HIDROGEOLOGÍA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS	GLB	1,00	43.505,41	43.505,41
7	BALANCE HÍDRICO	GLB	1,00	43.505,41	43.505,41
8	ANÁLISIS DE LIXIVIADO	GLB	1,00	43.505,41	43.505,41
9	ANÁLISIS DE QUEQUES	GLB	1,00	43.505,41	43.505,41
10	ANÁLISIS DE BIOGÁS	GLB	1,00	43.505,41	43.505,41
11	ESTABILIDAD DE TALUDES ARTIFICIALES Y DE TIERRA NATURAL	GLB	1,00	43.505,41	43.505,41
12	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CELDAS Y MACROCELDAS	GLB	1,00	43.505,41	43.505,41
				SUBTOTAL 1. ESTUDIOS PRELIMINARES	**520.379,51**
2. PROYECTOS A DISEÑO FINAL					
13	PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO Y FÍSICO QUÍMICO DE LIXIVIADOS	GLB	1,00	75.286,47	75.286,47
14	SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL	GLB	1,00	25.564,84	25.564,84
15	CONTROL DE RIESGOS	GLB	1,00	161.914,30	161.914,30
16	REUBICACIÓN Y ADECUACIÓN DE LOS RESIDUOS DESLIZADOS	GLB	1,00	130.170,28	130.170,28
17	MORFOLOGÍA SUPERFICIAL Y COBERTURA FINAL DE CELDAS Y MACROCELDAS	GLB	1,00	161.505,05	161.505,05
18	PARQUIZACIÓN DEL NIVEL SUPERIOR DE CELDAS Y MACROCELDAS	GLB	1,00	256.788,12	256.788,12
19	MEJORAMIENTO DE VÍAS	GLB	1,00	40.211,82	40.211,82
20	TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE QUEQUES	GLB	1,00	131.033,15	131.033,15
21	ZONA DE AMORTIGUAMIENTO CON ESPECIES ARBUSTIVAS	GLB	1,00	33.096,00	33.096,00
22	SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y EVACUACIÓN DE LIXIVIADOS	GLB	1,00	24.558,93	24.558,93
23	SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y EVACUACIÓN DE BIOGÁS	GLB	1,00	630,00	630,00
				SUBTOTAL 2. PROYECTOS A DISEÑO FINAL	**1.040.758,96**
3. OBRAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL					
24	PLANTA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS	GLB	1,00	3.764.323,50	3.764.323,50

25	MUROS VERTEDEROS Y OBRAS HIDRÁULICAS	ML	733,00	1.743,85	1.278.242,05
26	CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN	M3	4.830,54	1.139,86	5.506.139,32
27	CONSTRUCCIÓN DE CELDAS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS DESLIZADOS	GLB	1,00	6.508.513,94	6.508.513,94
28	CONFORMACIÓN Y COBERTURA FINAL DE CELDAS Y MACROCELDAS	GLB	1,00	8.075.252,55	8.075.252,55
29	PARQUIZACIÓN DEL NIVEL SUPERIOR DE CELDAS Y MACROCELDAS	M2	114.740,00	111,90	12.839.406,00
30	CONFORMACIÓN DE CAPA DE RODADO Y CUNETAS DE VÍAS	KM	2,28	883.000,00	2.010.591,00
31	CONFORMACIÓN DEL BANCO DE QUEQUES	GLB	1,00	6.551.657,43	6.551.657,43
32	IMPLEMENTACIÓN DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO CON ESPECIES ARBUSTIVAS	M2	10.000,00	165,48	1.654.800,00
33	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y EVACUACIÓN DE LIXIVIADOS	ML	2.147,00	571,94	1.227.946,59
34	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y EVACUACIÓN DE BIOGÁS	ML	150,00	210,00	31.500,00
35	CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE MONITOREO DE LÍQUIDOS SUBTERRÁNEOS	ML	240,00	1.250,00	300.000,00
36	CERCO METALICO PERIMETRAL	ML	1.962,00	1.166,96	2.289.575,52
				SUBTOTAL 3. OBRAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL	**52.037.947,90**
3. SUPERVISION					
37	COSTO POR SUPERVISION	GLB	1,00	2.601.897,40	2.601.897,40
				SUBTOTAL 3. SUPERVISION	**2.601.897,40**
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					**53.599.086,37**

A.8.2 Costos Ambientales

Tabla A-109 Presupuesto Ambiental

Item		Unid.	Cant.	Precio Unit	Total	Frecuencia			Sub Total		
						Trimestral	Semestral	Anual	Trimestral	Semestral	Anual
1. MONITOREO DE AIRE											
1	PST	Puntos	2	800	1600	3	6	12	4800	9600	19200
2	PM10	Puntos	2	800	1600	3	6	12	4800	9600	19200
3	PBV	Puntos	3	1200	3600	3	6	12	10800	21600	43200
4	OLORES	Puntos	3	1200	3600	1	3	6	3600	10800	21600
5	BIOGAS	Puntos	7	2000	14000	3	6	12	42000	84000	168000
SUBTOTAL				6000	24400				66000	135600	271200
2. MONITOREO DE SUELO											
6	**SUELOS**	Puntos	4	3000	12000	0	1	2	0	12000	24000
SUBTOTAL				3000	12000				0	12000	24000
3. MONITOREO DE AGUAS											
7	AGUAS SUPERFICIALES	Puntos	5	3000	15000	0	1	2	0	15000	30000
8	AGUAS SUBTERRANEAS	Puntos	3	2000	6000	0	1	2	0	6000	12000
SUBTOTAL				5000	21000				0	21000	42000
COSTO TOTAL									**66000**	**168600**	**337200**
COSTOTOTAL (3 años)									**198000**	**505800**	**1011600**

A.9 Sistema de Información Geográfica SIG

A.9.1 Construcción del SIG

Se culminó con la construcción del SIG, incorporando en esta herramienta todo lo referido a mapas temáticos, sitios de muestreo, fotos de diferentes sectores y datos que sirven para contar con la información necesaria.

A.9.1.1 Armado de GeoDataBase

Se procedió a el armado de la Base de Datos. Para el SIG se emplean diferentes herramientas, como por ejemplo el ArcView y todas las herramientas necesarias, como AutoCad, Civil, etc.

A.9.1.2 Recopilación de Información Geoespacial

Al margen de la información generada por la empresa, se lograron imágenes satelitales de 2014 hasta el 2018, antes del evento.

A.9.1.3 Menús

A continuación, se insertan los Esquemas del Menú:

- SIG I
  - Área de Estudio
    - Ubicación
    - Área de Influencia
      - Directa
        - Excedente
      - Indirecta
        - Social
        - Ambiental
  - Topografía
    - Modelo Digital 2D
    - Modelo Digital 3D
  - Estudios de Ingenieria
    - Geología
      - Regional
      - Local
      - Estructural
      - RSNJA
    - Geofísica
    - Geotecnia
    - Hidrología
      - Estaciones
      - Hidrográfico
      - Isoyetas
      - Isotermas
      - De Cuencas
    - Hidrogeología
      - Mapa geologico general
      - corte geologico ver
      - puntos de muestreo
      - Mapa piezometrico
      - Direccion de aguas subterraneas
      - Mapa de Cloruros
      - Mapa de nitratos
      - Mapa de DBO5
      - Mapa de DQO
    - Deslizamiento
      - Area de colapso
      - Sobrep. de obra ejecutada vs proyecto original
  - Medio Ambiente
    - Puntos de Muestreo de Aguas
    - Ubicación de Puntos de Muestreo Aire, Biogas y Olores
    - Ubicación de Puntos de Muestreo Suelos
    - Puntos de Muestreo de vegetación
    - Puntos de muestreo de fauna
    - Captadores de Biogas existentes
    - Bióticos
    - Abioticos
  - Salud - Socioecómicos
    - Aspectos de Salud
    - Aspectos Socioeconómicos

Esquema A-5 Menú SIG I
Fuente: Elaboración Propia

DATOS SIG II

- Hidrologia
  - Datos Metereológicos
    - Tablas de Precipitación Confiable
    - Obtención de Evaporación
    - Curvas IDF
- Hidrogeología
  - Información Base
    - Puntos de monitoreo
    - Perfiles litológicos
    - Datos de laboratorio
  - Resultados
    - Pruebas de Campo
    - Parámetros Hidrogeológicos
    - Hidroquimica
- Deslizamiento
  - Reportes de Deslizamiento
  - Volumen y Superficie del Deslizamiento
  - Volumen de Lixiviado descargado
  - Hipotesis de Factores del Deslizamiento
- Proyecto Original
  - Topografia 2004
  - Planimetria Proyecto Original
  - Perfiles 1 y 2
  - Perfiles transversales 1 y 2
  - Perfiles transversales 3 y 4
  - Ubicación de captadores de Biogas
- Proyecto Tersa
  - Ejemplo de planos TERSA 1
  - Ejemplo de planos TERSA 2
  - Ejemplo de planos TERSA 3
- Impacto Ambiental
  - Evaluación Ambiental → Area de Estudio
  - Línea Base Ambiental
    - Manifiesto Ambiental
      - Biogas-PVB_PM10-Ruido
      - Aguas Sup. y lixiviados
    - IMA´s
      - PST
      - PVB
      - Biogas
      - Emisiones Fugitivas
      - Olores
      - Aguas Superficiales RA-50
      - Aguas Sup. RA+100
      - Aguas Subterraneas
      - Lixiviados M1
      - Lixiviados M2
      - Suelos
- Fuentes de Contaminación
  - Factor Aire
  - Factor Agua
  - Factor Suelo

Esquema A-6 Menú SIG II
Fuente: Elaboración Propia

- DATOS SIG III
  - DOCUMENTACION
    - Impacto Ambiental
      - Fuentes de Contaminación
        - Factor Aire
        - Factor Agua
        - Factor Suelo
      - Impactos Negativos de la AOP
        - Área de Estudio
          - Escala de evaluación
          - Impactos Ambientales (vulnerabilidad)
        - Impactos Generados
          - Área de Residuos Sólidos
          - Régimen Operacional
          - Generación de lixiviados
          - Generación de Biogás
          - Recepción de Residuos y disposición en las celdas
          - Vida útil del Relleno
          - Características del Relleno
        - Inventario y Evaluación
          - Abiótico
            - Factor Agua Superficial
            - Factor Agua Subterranea
            - Factor Suelo
            - Factor Aire
            - Factor ecologico biologico
          - Bióticos
          - Matriz de evaluación
        - Detección de impactos
          - Factor Aire
          - Factor Agua
          - Factor Residuos Sólidos
          - Factor Sustancias Peligrosas
          - Factor Seguridad e Higiene
          - Factor Riesgos
          - Factor Suelos y Subsuelos
        - Analisis de Alternativas de Adecuación
      - Calidad del Aire y Agua
        - Composición Típica de Lixiviados en Rellenos Sanitarios según su edad
        - Composición de los gases en un relleno sanitario
        - Concentración típica de oligogases
    - Salud
      - Rellenos sanitarios y efectos en salud
      - Peso y Talla
      - Síntomas respiratorios en niños
      - Enfermedad Diarreica
      - Síntomas respiratorios en adultos
      - Resultados
      - Rellenos sanitarios y efectos en salud
    - Socieconómicos
      - Demografia
        - Población Colindantes
        - Crecimiento Poblacional
        - Migración
      - Servicios Basicos
        - Energia Electrica
        - Agua Potable
        - Alcantarillado
        - Residucos Solidos
        - Combustible
      - Vias de Acceso
      - Actividad economica
        - Actividad economica
        - Categoria Ocupacional
        - Fuerza de Trabajo
        - Actividades Económicas Ocupadas por el Género Femenino
      - Educacion
        - Problemas Ambientales
        - Centros Educativos
        - Nivel de Instrucción Predominante

Esquema A-7 Menú SIG III
Fuente: Elaboración Propia

A.9.1.4 Incorporación de Datos

El SIG se entregará e instalará en un ordenador del MMAyA. En la oportunidad de su instalación, se proporcionarán las características que debe tener el equipo. Del mismo modo, se entregarán los DVD con toda la información que contiene la Base de Datos, para su funcionamiento en ArcGis y ArcMap.

A.9.1.5 Toma de coordenadas UTM

Todos los mapas del SIG cuentan con georreferenciación.

A.9.1.6 Software ArcGIS

ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica, también permite publicar la información geográfica para que esté accesible para el usuario.

Se puede pensar en el sistema ArcGIS como en una infraestructura para elaborar mapas y poner la información geográfica a disposición de los usuarios dentro de un departamento, por toda una organización, entre varias organizaciones y comunidades de usuarios o en Internet, para cualquier usuario interesado en acceder a ella.

En general, el ArcGis permite:

- ✓ Resolver problemas
- ✓ Tomar mejores decisiones
- ✓ Planificar adecuadamente
- ✓ Utilizar los recursos más eficientemente
- ✓ Anticipar y administrar los cambios
- ✓ Administrar y ejecutar las operaciones de forma más eficaz
- ✓ Promocionar la colaboración entre equipos, disciplinas e instituciones
- ✓ Aumentar la comprensión y los conocimientos
- ✓ Comunicar de forma más efectiva
- ✓ Educar y motivar a otros

A.10 Hallazgos de la Auditoria Ambiental

A.10.1 Hallazgos

A.10.1.1 Hallazgo 1

Trámite de Licencia Ambiental Eventual Relleno Sanitario Nuevo Jardín Alpacoma

Por medio del D.S. N° 27626 de 13 de julio de 2004 el Gobierno dispone el Traslado y Cierre del Relleno Sanitario de Mallasa a otro emplazamiento. Por esta razón, el GAMLP inicia su trámite de

obtención de su Licencia Ambiental ante el actual GADLP, bajo la modalidad de Ficha Ambiental que es evaluada como Categoría II para desarrollar el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental Analítico Específico.

Esta modalidad de obtención de la Licencia Ambiental requiere la realización de estudios técnicos profundos de geología, hidrogeología, hidrología, contar con la documentación legal de respaldo (título del predio, entre otras), diseño final de las celdas, memorias de cálculo y un tiempo largo para su aprobación.

Ante esta situación, dada la emergencia sanitaria a ser enfrentada, se encuentra una salida de emergencia en la aplicación del RGRS, art 86 (vigente a 2004). Entonces, el inicio de la disposición de los residuos sólidos domésticos se inicia el 1° de octubre de 2004 con la aprobación del Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental que genera la Licencia Eventual PREF-DDRNMA-LE-001-04 *"…para resolver situaciones imprevistas, con un periodo de funcionamiento establecida por las autoridades competentes, que podrá ser prorrogado en los casos y condiciones que normativamente se determinen*".

El inicio de la disposición de residuos sólidos domésticos se efectúa en la Celda de Emergencia, hoy llamada Macrocelda 4, posteriormente se amplía la Licencia Eventual (LE) durante 7 oportunidades sucesivas, incluidas otras estructuras de ingeniería como son las Macroceldas 1 (28/12/2005 por 12 meses), se modifica el alcance de la LE a la Macrocelda 2 por tres oportunidades (28/12/2006 hasta 28/09/2008) y después esta última LE se amplía en dos ocasiones (29/10/2008 hasta el 28/04/2010 por 12 y 6 meses, respectivamente).

De acuerdo a la documentación presentada por los auditados, no se comprobó el alcance de cada uno de proyectos presentados para la obtención de las ampliaciones de licencias eventuales.

El criterio genérico para la otorgación de las Licencias Eventuales dispone para resolver situaciones imprevistas que después de 67 meses del 01/10/2010 al 28/04/2010, pierde su aplicabilidad.

Entre el 28 abril de 2010 y el 27 de octubre de ese año la AOP Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma opera sin una de Licencia Ambiental.

Tabla A-110 Hallazgo 1

CONDICION	CRITERIO	CAUSA	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
La Licencia Eventual tuvo 7 prórrogas con ampliaciones durante 6 años	Se aplica lo establecido en RGRS art 86. La situación imprevista no aplica por el tiempo ampliado.	Deficiencia en el manejo técnico, a falta de la presentación de un proyecto que determina una planificación, desarrollo y manejo del RSNJ	La imposibilidad de detectar oportunamente errores de impacto ambiental	Las prórrogas conceden bajo la misma modalidad ampliación a las MC1 y MC 2. CITES: -DP-C-824/2005 de 15/06/2005 (6 meses) -PREF-DDRNMA-UMA-C-1185/05; 28/12/2005 (12 meses)	GAMLP y GADLP. A partir del segundo semestre, año 2006 TERSA S.A.

				-PREF-SDRNMA-DMA N° 965/2006; 21/12/2006 (8 meses) -PDLP-SDRRNNMA-DMA-C-458/07; 27/08/2007 (8 meses) -PDLP-SDDP-C-333/08 25/04/2008 (6 meses) -PDLP-AMA-C-230/08 28/10/2008 (12 meses) -28 de octubre de 2009 (6 meses)	

Fuente: Elaboración propia en base a la información recabada de la AA

A.10.1.2 Hallazgo 2.

Definir las Áreas de Estudio donde se generan y alcanzan los impactos ambientales negativos

Los criterios sobre los cuales se basaron determinar las áreas de estudio fueron sustentados en factores ambientales y de afectación a la salud de la población.

El resultado en la línea ambiental del deslizamiento de RS del RSNJ causó un impacto ambiental negativo calificado por sus efectos como temporal, localizado, reversible y recuperable. El evento excedió el área directa y se extendió más allá del límite del predio. La valoración del grado de cumplimiento de la normativa ambiental tiene dos enfoques sobre el deslizamiento en sí y las medidas implementadas para la atención del mismo.

La descarga de RSD fuera del límite del predio o área directa (AID) en una superficie de 2.492.56 m^2. La descarga del lixiviado impactó la quebrada Alpacoma y el río Achocalla con concentraciones en exceso a los límites permisibles que establece el RMCH en los parámetros DBO_5 y DQO.

En la línea de salud el impacto fue debido a la percepción de olores lo que demuestra una dispersión de gases y partículas que causaron diarreas, malestares, conjuntivitis y vectores con la prevalencia de moscas.

Tabla A-111 Hallazgo 2

CONDICION	CRITERIO	CAUSA	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABLES
Deslizamiento del RSNJ.	Medio Ambiente: Ley 1333 art 20, inc a)	Acumulación de lixiviado en la Macrocelda 4 e inexistencia de canal perimetral	Impacto ambiental sobre los recursos atmosféricos, hídricos y suelos	Planta de Tratamiento de lixiviado de menor capacidad a la generación de lixiviado en el RSNJ	GAMLP TERSA S.A.
	Salud: Ley 1333 art 21.	Emanación de olores y PBV por exposición de los RSD al aire.	Generación de EDA´s en población aledaña, conjuntivitis y vectores.	Planillas de encuestas	

A.10.1.3 Hallazgo 3.

Incumplimiento al diseño original.

El Manifiesto Ambiental al ser un documento técnico-legal que tiene la calidad de declaración jurada, que refleja la situación ambiental de la AOP, su alcance no puede ser modificado bajo ninguna circunstancia; salvo que previamente se comunique a la AACN dichos cambios, bajo aplicación de la normativa del Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA).

Los documentos técnicos aprobados por la AACN, como son los planos de construcción de las Macroceldas tienen un alcance de operación para ocho celdas, dos celdas por cada Macroceldas propuesta.

El desarrollo operativo de la disposición de los residuos sólidos domésticos y asimilables, no se inicia el 27 de octubre de 2010, sino el 1° de octubre de 2004, entonces se concluye que casi 6 años después, el GAMLP debió contar con un proyecto a diseño final que incluya una Memoria de Cálculo para el dimensionamiento de la totalidad del Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma.

Para la tramitación del Manifiesto Ambiental que se inicia ante la actual Gobernación Autónomo Departamental (a quien se aplica el silencio administrativo) termina siendo aprobado por el MMAYA con un proyecto de un juego de 12 planos que se no encuentra respaldo por una Memoria de Cálculo y que fue diseñado a principios del año 2006; como muchos estudios técnicos de sustento.

De este modo, el proyecto aprobado en el Manifiesto Ambiental era para cuatro (4) Macroceldas cada una compuesta dos (2) y tres (3) celdas, haciendo un total de 9 celdas. Sobre este detalle en el Plan de Cierre y Post Cierre del Relleno Sanitario Nuevo Jardín del GAMLP de abril de 2019; se informa que existe cinco (5) Macroceldas, las Macroceldas 1, 2 y 3 cuentan con un desarrollo de 3 celdas cada una. La Macrocelda 4 o Macrocelda de Emergencia está compuesto por una celda de emergencia 1, celda de emergencia 2, celda 10 y celda 12. Además, en el área de la Macrocelda 5 se desarrolló la celda 11 con tres diferentes fases.

Respecto a la ubicación del Sistema de Tratamiento de Lixiviados, los planos del proyecto presentado demuestran su instalación sobre la dorsal sur y no, así como se hallan ubicadas hacia el sudoeste del predio. El diseño incluido en Anexo 13 del MA y la construcción del relleno identificada en campo.

En conclusión, el proyecto inicial presentado y aprobado por la AACN no fue ejecutado, aun cuando el Representante Legal se comprometió mediante Declaración Jurada a Cumplirlo en franca contravención al Reglamento General de Gestión Ambiental D.S. 24176 del 8 de diciembre de 1995, art 96°, incisos e).

Tabla A-112 Hallazgo 3

CONDICION	CRITERIO	CAUSA	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
Ampliación y modificación de la Macroceldas y celdas en el RSNJ sin autorización y aprobación de la AACN.	Reglamento General de Gestión Ambiental D.S. 24176 08/12/1995, art 96°, incisos e). DS 28592 art 17, paràgrafo II=, inciso e=	Acumulación de lixiviado en la Macrocelda 4 e inexistencia de canal perimetral. Acumulación de lixiviados.	Impacto ambiental por el deslizamiento de residuos sólidos y líquido lixiviado hacia la quebrada Alpacoma.	Manifiesto Ambiental. Declaratoria de Adecuación Ambiental N° 020101-10-DAA-1617/10 del 27/10/2010	GAMLP, GADLP, MMAYA y TERSA S.A.

A.10.1.4 Hallazgo 4.

Manejo inadecuado de los lixiviados.

Uno de los elementos altamente contaminantes de un relleno sanitario es el lixiviado, su gestión ambiental es de primera prioridad, tanto dentro de cada una de las celdas para generar reacciones bioquímicas para su conversión en biogás, como después de su evacuación del relleno por medio de un sistema de drenaje.

Existen diferentes métodos para gestionar el manejo del lixiviado, por esta razón también existen diferentes métodos de diseño de las celdas. En algunos casos el drenaje es basal en otros por gravedad, sea cual fuera su manejo, una vez extraído el lixiviado del relleno se convierte en un problema a resolver para evitar impacto ambiental por su disposición en el medio ambiente.

Para evitar los posibles impactos ambientales por mal manejo del lixiviado en el Manifiesto Ambiental se propone dos métodos de tratamiento, aunque lo indicado es la construcción de la Planta de Tratamiento de Lixiviado empleando procesos físicos, químicos y biológicos. La segunda opción propuesta en el MA fue la elaboración de queques que infelizmente genera un impacto ambiental sobre el suelo y la calidad del aire.

Este manejo integral (generación, transporte, acumulación, tratamiento y disposición final) del lixiviado debió ser considerado como una política de manejo ambiental del RSNJ. En el MA se compromete la implementación de una Planta de Tratamiento de Lixiviado de determinado volumen, basado en un balance hídrico que no se ajusta a la situación real de ese momento (2010). Está PTL debió estar construida hasta abril de 2011 y empezó a operar en noviembre de 2012, con un retraso de 19 meses.

El Balance Hídrico del MA indica una generación de 54.4 m^3/día (Anexo 3 MA), en el texto principal se identifica 50 m^3/día. La situación real es que la generación de lixiviado desde la gestión 2012 representa el doble del cálculo del MA, incrementándose a 134 (2013), 120 (2014), 123 (2015), 106 (2016), 117 (2017) y 135 m^3/día (2018).

Además, la PTL trató en promedio 33 m^3/día los últimos tres (3) años (2016, 2017 y 2018), lo que representa un 28% de la capacidad de tratamiento del total de lixiviado generado por el RSNJ (120 m^3/día), por eso tuvo que construir estanques e incrementar el "tratamiento" de lixiviados a través de la elaboración de "queques", empleando volúmenes importantes de suelo (material térreo) de al menos 10.000 m^3/mes; aspectos operativos que no estaban autorizados en el alcance del Manifiesto Ambiental.

El criterio que se aplica para el caso es la Reglamentación a la Ley 1333, Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA) D.S. 24176 de 8/12/1995, artículo 64, inciso c) que dispone que las licencias ambientales quedaran sin efecto "*por modificación o ampliación de la actividad inicial*". Además, RGGA artículo 96, inciso h) "no implementar las medidas de mitigación aprobadas en el Programa de Prevención y Mitigación y en el Plan de Adecuación, de acuerdo con el respectivo Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental" e incumplimiento al D.S. 28592, artículo 17 incisos h) e i).

El efecto del evento ocasionó un impacto negativo directo, temporal, localizado, próximo, reversible y recuperable para el ecosistema de la parte de las cuencas de la quebrada Alpacoma y Achocalla.

Una de las causas atribuibles al evento es la sobresaturación (acumulación) de líquido lixiviado en la Macrocelda 4, no procesado en tiempos adecuados por falta de capacidad de tratamiento de la PTL, incrementado por un ingreso no previsto de agua pluvial (falta de canal perimetral).

Tabla A-113 Hallazgo 4

CONDICION	CRITERIO	CAUSAS	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
Capacidad reducida de la Planta de Tratamiento de Lixiviado (PTL)	D.S 24176, art 64, inc c); art 96 inc h) y D.S. 28592, art. 17, incisos h) e i)	Acumulación de líquido lixiviado en la Macrocelda 4	Impacto ambiental negativo al ecosistema circundante afectando la calidad de los factores de aguas, aire y suelos.	Manifiesto Ambiental. Plan de Adecuación Ambiental Anexo B. Anexo 3 del MA.	GAMLP, GADLP, MMAYA, y TERSA S.A.

A.10.1.5 Hallazgo 5.-

Identificar y evaluar las causas del colapso.

Una de las causas para que ocurra el evento está definido por el criterio de Diseño del RSNJ concebido como una obra de ingeniería civil. El Diseño aprobado en el Manifiesto Ambiental no fue construido en el RSNJ. No cuenta con una Memoria de Cálculo y planos As Built.

Este resultado no representa la única variable que determinó el evento, a éste se encuentran asociados otros aspectos como la acumulación del lixiviado en la Macrocelda 4 e inexistencia de un canal perimetral de la misma.

El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP), Gobierno Autónomo Departamental de La Paz (GADLP), Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAYA) y TERSA S.A., comparten la responsabilidad de proponer un proyecto que no se construyó, aprobar un documento que no fue ejecutado en su alcance y operar bajo diseño no conocido hasta la fecha.

El efecto de esta administración y manejo técnico representó una causa del deslizamiento de los residuos sólidos del RSNJ.

En conclusión, el grado de cumplimiento de la normativa ambiental no fue cumplido dentro de los alcances técnicos propuestos a través del contenido del Manifiesto Ambiental.

Tabla A-114 Hallazgo 5

CONDICION	CRITERIO	CAUSA	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
El Diseño aprobado en el Manifiesto Ambiental no fue construido en el RSNJ. No cuenta con una Memoria de Cálculo y planos As Built.	Se aplica lo establecido en RPCA art 100 y NB 760	Acumulación de lixiviado en la Macrocelda 4 e inexistencia de canal perimetral	Deslizamiento de los RSD el 15 de enero de 2019. Impacto ambiental	Manifiesto Ambiental. Declaratoria de Adecuación Ambiental N° 020101-10-DAA-1617/10 del 27/10/2010	GAMLP, GADLP, MMAYA y TERSA S.A.

A.10.1.6 Hallazgo 6.

Definir la superficie y volumen total del área destabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos.

La superficie desestabilizada comprende al bloque desplazado, el sector oeste deslizado de acuerdo a la comprobación que se encuentra informado por capas, grietas y asentamientos; abarca un área de 10 Ha y representa el 88% del área destinada a la disposición final de residuos sólidos.

El volumen total deslizado comprende el bloque desplazado más el volumen deslizado por capas del sector oeste; el volumen total aproximado es de 800.000 m^3.

El deslizamiento ocurrido el 15 de enero de 2019 causó un impacto ambiental de manera evidente a la calidad de aguas de la quebrada Alpacoma, río Achocalla y cursos de agua superficiales

sucesivos, por el exceso a los límites permisibles en aguas superficiales debido al derrame del volumen de lixiviado en los parámetros de DQO, DBO5,

La causa del evento se encuentra argumentada en el Resultado 2.1, las recomendaciones asociadas tienen un alcance en el cumplimiento total de la aplicación del Plan de Contingencias, medidas a ser implementadas en el Corto Plazo y aquellas medidas de Mediano sugeridas por la AACN.

Tabla A-115 Hallazgo 6

CONDICION	CRITERIO	CAUSA	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
Volumen y superficie desestabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos.	Se aplica lo esablecido en RPCA art 100 y NB 760	Acumulación de lixiviado en la Macrocelda 4 e inexistencia de canal perimetral	Pérdida de infraestructura, impacto ambiental al agua, aire y suelo	Informes de Inspecciones del MMAYA realizados desde 18 enero de 2019	GAMLP, GADLP, MMAYA y TERSA S.A.

A.10.1.7 Hallazgo 7.

Determinar el volumen de lixiviado que fue descargado producto del deslizamiento.

De acuerdo al Informe Técnico INF/MMAYA/VAPSB/DGGIRS N° 0014/2019 (21/01/2019) del MMAYA, el volumen líquido lixiviado descargado por el deslizamiento del RSNJ fue de 10.000 metros cúbicos que llegó y excedió a la quebrada Alpacoma. Este lixiviado (al momento del evento) se encontraba almacenado en cinco (5) estanques que fueron colmatados por los residuos sólidos.

Dado el hecho, este volumen no pudo ser retenido de manera inmediata, debido a que los estanques se encuentran a menos de 100 metros de la quebrada Alpacoma, el impacto ambiental fue su descarga directa del lixiviado a ese curso de agua que comenzó a fluir aguas abajo, hasta el río Achocalla.

El grado de afectación por el derrame de lixiviado, casi instantáneo, causó un deterioro severo de la ya mala calidad del agua de la quebrada que fue colmatada por residuos sólidos y un caudal intempestivo de lixiviado.

Durante la inspección de una frondosa comisión del MMAYA (13 profesionales) con referencia al manejo del lixiviado se afirma un deficiente drenaje del lixiviado de la Celda 11 porque se conducía el mismo hacia la siguiente celda generando una sobresaturación de líquido.

En el informe de referencia se muestra el plano de ubicación de las celdas y de los estanques de lixiviados, luego se afirma que la ubicación de los estanques debería estar construidos al sur de la Macrocelda 1, en cambio se encontraba en la parte suroeste, *"…incumpliendo el diseño original aprobado en el documento ambiental; dicha modificación debería ser reportada a la Autoridad Ambiental Competente (GADLP)…"*

Por INFORME TECNICO INF/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAM/MA – 1617/2019 la comisión del MMAYA confirma la descarga de lixiviados al cauce de la quebrada Alpacoma en el punto de

represamiento 3 y se cita como penalidad al Código Penal, artículo 3, numeral 3 en forma textual *"… el que envenenare, contaminare, adulterare, aguas destinadas al consumo público o al uso agropecuario y piscícola, tendrá privación de libertad de uno a diez años."*

Tabla A-116 Hallazgo 7

CONDICION	CRITERIO	CAUSA	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
Volumen de lixiviado descargado a la quebrada Alpacoma	Se aplica lo establecido en DS 28592 art 17, inciso e) parágrafo II). Ver art. 107 de la Ley 1333	Reducida capacidad de tratamiento del lixiviado por la PTL y diferente ubicación y cantidad de estanques	Impacto ambiental severo, directo, temporal, localizado, próximo, reversible y recuperable.	Informes de Inspecciones del MMAYA realizados desde 18 enero de 2019.	GAMLP, GADLP, MMAYA y TERSA S.A.

A.10.1.8 Hallazgo 8.

Análisis comparativo de los diseños de ingeniería, con el estado real de construcción y disposición de Macroceldas, estanques de lixiviado.

El resultado encontrado en el Manifiesto Ambiental es que el diseño de las celdas no coincide con lo construido o ejecutado en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín. Para la aprobación técnica y administrativa del Manifiesto Ambiental con Declaratoria de Adecuación Ambiental N° 020101-10-DAA-1617/10 solamente se presentó planos sin escala y sin Memoria de Cálculo.

TERSA S.A., presentaba diseños individuales de celdas parciales para su aprobación de SIREMU, una vez aprobados eran construidas.

El criterio se encuentra expresamente comunicado por el MMAYA al GAMLP en nota MMAYA/VMABCCGDF 143 2019 en aplicación al Decreto Supremo 28592, artículo 17, parágrafo II), inciso e) porque constituye una infracción administrativa de impacto ambiental el *…" alterar, ampliar o modificar un proyecto, obra o actividad, sin cumplir el procedimiento de evaluación de impacto ambiental"*.

Existieron algunas causas para que ocurra el evento, en general, un manejo operativo inadecuado, basado en diseño no concordante con el aprobado en el Manifiesto Ambiental, acumulación de lixiviado en la Macrocelda 4 e inexistencia de canal perimetral.

Su efecto el deslizamiento causando un severo impacto ambiental, particularmente, a las aguas superficiales cuyo conductor hidráulico fueron las aguas que transcurrieron en su momento por la quebrada Alpacoma hacia el río Achocalla; además de la generación de olores y PBV.

Tabla A-117 Hallazgo 8

CONDICION	CRITERIO	CAUSAS	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
Análisis comparativo de los diseños de ingeniería propuestos y aprobados en el Manifiesto Ambiental con el estado real de construcción, disposición de Macroceldas y estanques de lixiviados	Decreto Supremo 28592, artículo 17, parágrafo II), inciso e)	Modificación completa entre lo aprobado y lo construido. Gestión operativa inoportuna. Acumulación de lixiviado en la Macrocelda 4 e inexistencia de canal perimetral	Impacto ambiental en el medio circundante afectando los factores de aguas, aire y suelos.	Nota del MMAYA al GAMLP MMAYA/VMABCCGDF 143 2019 de 24/01/2019, en base a Informe Técnico INF/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAM/MA – 1617 N° 0016/2019 de 21/01/2019.	GAMLP, GADLP, y TERSA S.A.

Adicionalmente, la presente AA no tuvo acceso a un diseño o proyecto ingenieril final de la Celda de Residuos Patógenos. Tampoco al proyecto a diseño final de la Planta de Tratamiento de Lixiviados (PTL) o el diseño final de ingeniería con su memoria de cálculo de los estanques de almacenamiento de líquidos lixiviados.

A.10.1.9 Hallazgo 9.

Análisis comparativo de las medidas de adecuación originalmente propuestos y aprobados en el Manifiesto Ambiental con la situación real.

Las medidas de adecuación originalmente aprobados en el Manifiesto Ambiental tienen alcance para los factores de agua, aire, residuos sólidos, sustancias peligrosas y seguridad e higiene; se omitió en la aprobación del MA, los factores ambientales de riesgos, suelos y subsuelos. Esta omisión no permitió plantear sus medidas de adecuación.

Ampliación de la Macrocelda 4 y Disposición de Residuos Sólidos:

El punto 4.3.1 del Manifiesto Ambiental establece la cantidad mínima y máxima (al revés) de disposición de residuos sólidos municipales, de ambas cifras asumimos que todos los meses ingresaron 16.000 ton/mes (máximo) desde la fecha de aprobación de su Licencia Ambiental el 27 de octubre de 2010.

Hasta el 15 de enero de 2019, se tuvieron que disponer de forma final en el RSNJA 1'480,000 toneladas de residuos sólidos domésticos y asimilables, cálculo que resulta de cinco (5) semanas consideradas para el mes de noviembre de 2010, mes de diciembre/2010 y ocho años de operación, incluido los 15 días de enero/2019.

De acuerdo a datos proporcionados por TERSA S.A., el peso aproximado dispuesto en el RSNJ es de 1'653.994, obteniéndose una diferencia aproximada de 120.000 toneladas en exceso al espacio volumétrico del RSNJ.

El criterio que se aplica para el caso es la Reglamentación a la Ley 1333, Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA) D.S. 24176 de 8/12/1995, artículo 64, inciso c) que dispone que las

licencias ambientales quedaran sin efecto "*por modificación o ampliación de la actividad inicial*". Además, RGGA artículo 96, inciso h) "no implementar las medidas de mitigación aprobadas en el Programa de Prevención y Mitigación y en el Plan de Adecuación, de acuerdo con el respectivo Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental" y D.S. 28592, artículo 17 incisos h) e i).

El efecto del evento ocasionó un impacto negativo directo, temporal, localizado, próximo, reversible y recuperable para el ecosistema de la parte de las cuencas de la quebrada Alpacoma y Achocalla.

Una de los factores adicionales atribuibles al evento es la ampliación de una Macrocelda (5), al norte de la Macrocelda 4 que resultó en una sobrecarga de residuos sólidos domésticos.

Tabla A-118 Hallazgo 9

CONDICION	CRITERIO	CAUSAS	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
Ampliación de la Macrocelda (5), celda 11, Fases I, II y III sin aprobación de la AACN o estar considerada como medida de adecuación original en el MA.	D.S 24176, art 64, inc c); art 96 inc h) y D.S. 28592, art. 17, incisos h) e i)	Sobrepeso de residuos sólidos domésticos y descarga de líquidos de la celda 11, Fase III dentro de la Macrocelda 4.	Impacto ambiental negativo al ecosistema circundante afectando la calidad de los factores de aguas, aire y suelos.	Manifiesto Ambiental. Plan de Adecuación Ambiental Anexo B. Anexo 3 del MA.	GAMLP, GADLP, MMAYA, y TERSA S.A.

A.10.1.10 Hallazgo 10.

Diagnóstico y evaluación de la situación actual de todos los factores y aspectos ambientales afectados por el deslizamiento.

La situación ambiental actual del RSNJ transcurridos meses después del evento está sustentado en el trabajo de campo desarrollado por la AA entre 5 de noviembre de 2019 y el 9 de marzo de 2020. El resultado de este periodo de trabajo generó un diagnóstico presentado en esta Fase 3 como la situación actual ambiental.

Esta evaluación contiene la parte técnica, ambiental y socioeconómica. Para la parte ambiental se evaluó la calidad del aire midiendo las concentraciones de partículas menores a 10 micrones; biogás, partículas biológicas viables y olores.

La calidad del aire no está impactada por exceso a la norma de PM10; tiene un impacto negativo por las Partículas Biológicas Viables (PBV) debido a recuento total de bacterias Mesófilas totales en grados de impacto de Contaminado a Muy Contaminado; el biogás se encuentra en etapa metanogénica (10 captadores se encuentran colmatados por lixiviado) y los olores no generan impactos en los límites de distancia previstos en la NB 760

Para las aguas superficiales se evaluó su calidad en cinco (5) puntos, tres en la quebrada Alpacoma y dos en el río Achocalla. Las tres muestras de aguas en la quebrada Alpacoma ubicadas de suroeste a sureste tienen un deterioro en su calidad hídrica incremental en 15 parámetros; entre dos puntos

denominados AG-01 AA ALPA y AG-03 AA ALPA. Aunque este aporte de contaminación al Alpacoma todavía es de origen desconocido; se puede considerar un indicio de impacto a este curso superficial por aguas subterráneas.

Para las aguas subterráneas se instalaron dos piezómetros y se obtuvo una muestra del mismo pozo que se informa en los reportes de los IMA´s del RSNJ. Su calidad esta impactada por excesos de 9 parámetros. Los resultados analíticos para el lixiviado resaltan las concentraciones de los metales pesados. También se analizaron la calidad de los suelos en tres calicatas de 3m de profundidad (5 muestras) se encuentran impactados por el pH y el Mercurio (Hg). Estas pruebas en suelos firmes generan una relación con el análisis del queque que contiene metales pesados peligrosos como el Cadmio, cromo tri y hexavalente y mercurio con niveles exagerados de impacto ambiental.

El volumen total de lixiviado derramado por el evento es de 10.000 m^3 asumido por la información del MMAYA (*Informe Técnico – INF/MMAYA/VAPSB/DGGIRS N° 0014/2019 D 21/01/2019*). Según el GAMLP y el operador se retuvo una gran proporción de este lixiviado que fue "tratado" en la elaboración de queques, posteriormente dispuestos en el RSNJ. Por el Plan de Contingencias conocemos que en un solo frente se retuvo 5.000 m^3 de lixiviado y se requiere 20.000 m^3 de tierra.

El grado de afectación al suelo del RSNJ es importante, teniendo en cuenta los valores analíticos del queque realizados de manera adecuada, ya que realizar análisis de la calidad del suelo bajo el criterio agrícola, como se hizo para el MA, monitoreos y durante el evento, no proporciona información ambiental de su calidad para una AOP de esta naturaleza, no son datos representativos que permitan su valoración real.

El factor suelo fue afectado no exclusivamente por el evento en sí, sino porque se dispone bancos de queques sobre la superficie del suelo del RSNJ que no están encapsulados y representan un pasivo ambiental importante en el corto y mediano plazo, debido al lixiviado generado por escorrentía en época de lluvias hasta el curso de agua cercano.

Tabla A-119 Hallazgo 10

CONDICION	CRITERIO	CAUSAS	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
Omisión de una medida de adecuación para el factor suelo.	D.S 24176, art 64, inc c); art 96 inc h) y D.S. 28592, art. 17, incisos h) e i)	Pasivo ambiental potencial de contaminación	Impacto ambiental negativo al ecosistema circundante afectando la calidad de los factores de aguas y suelos.	Informe Técnico – INF/MMAYA/VAPSB /DGGIRS N° 0014/2019 D 21/01/2019. Plan de Contingencias Específico.	GAMLP, GADLP, MMAYA, y TERSA S.A.

A.10.1.11 Hallazgo 11.

Vigencia de la Licencia Ambiental

La Licencia Ambiental obtenida para las actividades del Relleno Sanitario Nuevo Jardín dispone legalmente su vigencia por lo descrito en el art. 15 del D.S. 28592, "La Licencia Ambiental tendrá vigencia por el lapso de diez años…", lo que promueve a la AOP considerar el período del 27 de octubre de 2010 a 27 de octubre de 2020, inmerso en el plazo establecido en la legislación ambiental. Sin embargo, habiendo realizado los siguientes análisis:

- ✓ Comparativo del diseño aprobado en el documento Manifiesto Ambiental y lo ejecutado en el sitio.
- ✓ Control de cumplimiento de las medidas de adecuación propuestas y aprobados en el Manifiesto Ambiental con la situación real.

Se observa claramente que se constituyen como infracciones administrativas al haber *alterado, ampliado o modificado un proyecto, obra o actividad sin cumplir el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)*, establecido en el D.S. 28592, art. 17°, parágrafo II, inciso e) y h) al *no implementar las medidas de mitigación aprobadas …. en el Plan de Adecuación de acuerdo con el respectivo Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental.*

Por tanto y en aplicación del RGGA*,* art. 64° expresa de manera inextensa que *las Licencias quedarán sin efecto:*

a) Por modificación o ampliación de la actividad inicial.
b) Por incumplimiento a la legislación ambiental
c) Por incumplimiento a lo establecido en los documentos aprobados por la Autoridad Ambiental Competente.

Por consiguiente, se asume que al modificar el diseño presentado en el documento MA, la vigencia de la Licencia Ambiental **queda sin efecto**.

Considerando algunos puntos resaltantes de la evaluación operativa, se observa que:

- la celda 3 implementada en mayo de 2006,
- la ubicación del sistema de Tratamiento de Lixiviados y
- la fundación de las celdas sobre la dorsal sur

determinan que las modificaciones se realizaron con antelación al procedimiento del licenciamiento, lo que recae en contravención a la legislación ambiental basada en el RGGA, art. 96°, inciso b) *Presentar la FA, el EEIA, el MA o el reporte de Autoridad Ambiental con información alterada*.

Por otra parte, el dato sobre la vida útil de 13 años plasmada en el punto 1.1 del formulario Manifiesto Ambiental, se contabiliza a partir del inicio de operaciones como expresa el punto 3 del mismo documento, fecha considerada 1° de octubre de 2004, focalizando una fecha límite de vigencia de la licencia bajo criterio del promotor del proyecto hasta el día 1° de octubre de 2017, lo que permite aplicar el RGRS (hasta el año 2015), el artículo 84° donde expresa que *la licencia permanente se extinguirá cuando se hubiera agotado la vida útil del relleno*, a partir de 28 de octubre de 2015 entra en vigencia la ley 755 y en ella el art. 31 parágrafo III induce iniciar el cierre de las instalaciones alcanzada la vida útil del relleno

En conclusión, desde cualquier perspectiva al momento del evento del deslizamiento, el RSNJ no contaba con licencia ambiental vigente.

Tabla A-120 Hallazgo 11

CONDICION	CRITERIO	CAUSAS	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
La AOP dejó sin efecto su Licencia Ambiental, al presentar un diseño no implementado.	Art. 20 21 ley 1333 RGGA, art. 64°, art 96°, inciso b) D.S. 28592, art. 17°, parágrafo II, inciso e) y h)	Falta de veracidad en la información otorgada dentro del procedimiento de obtención del Licenciamiento Ambiental.	Contravenciones, infracciones administrativas y legislativas	-Proyecto de estudio de celda 3. Diciembre de 2005. - MC 2: PREF-SDRNMA-DMA N° 965/2006; 21/12/2006. -MC 2: PDLP-SDRRNNMA-DMA-C-458/07; 27/08/2007. -MC 2: PDLP-SDDP-C-333/08; 25/04/2008 -Acta Circunstancial de Inspección de la Prefectura del Departamento de La Paz de fecha 26-04-10. -Manifiesto Ambiental, RSNJ, 2010.	GAMLP, GADLP, MMAYA.

A.10.1.12 Hallazgo 12.

Realizar todos los estudios, análisis, mediciones y evaluaciones de campo que se requieran para el cumplimiento de los objetivos y alcance de los términos de referencia, generando documentos de respaldos, los cuales serán emitidos y firmados por profesionales y laboratorios acreditados para tal fin.

La prospección geofísica realizada mediante el método de resistividad eléctrica ha determinado un nivel de saturación o nivel freático a una profundidad variable pero importante. De las ocho (8) líneas tomográficas realizadas para el estudio, tres de ellas se ubicaron en el sector sur, fuera del área específica de las Celdas, donde no debería haber influencia de los residuos sólidos, no obstante, se encontró presencia de contenido de humedad.

La línea TER-3 muestra que los residuos sólidos tienen espesores de hasta 6.0 m. aproximadamente, que se extiende a lo largo de toda la línea; hacia el Norte de la sección se concentran los materiales alterados con mayor espesor, producto por la posible presencia de lixiviados. Por último, se ejecutaron las líneas TER -7 y TER-8 con dirección Noroeste – Sureste, ubicadas en niveles inferiores a la dorsal sur; de ellas la línea TER-7, muestra hacia el sector Nor-oeste niveles de residuos sólidos

intercalados con capas de arcillas (material trabajado), donde se observa la alteración de los mismos por los lixiviados y la presencia de humedad por la influencia de esta y la línea TER-8 hacia el Sur-Este de la sección se identifica materiales alterados por la presencia de lixiviados.

El pozo de monitoreo denominado AG-02-AA-ALPA-SUB (PP-4), en el nivel -23 m muestra la presencia de alto contenido de humedad y con olor penetrante.

Así mismo, se realizaron toma de muestras del curso de agua de la quebrada Alpacoma, para determinar la composición física, química y biológica; en dos puntos distantes a 2 kilómetros entre sí, ubicados de tal manera que muestre la diferencia de aguas arriba con las de aguas abajo. Los resultados muestran un incremento de contaminación biológica y de metales pesados, en dicho tramo, lo que induce a suponer la infiltración de líquido contaminado en ese curso de agua.

Tabla A-121 Hallazgo 12

CONDICION	CRITERIO	CAUSA	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABLE
Posible incremento de contaminación del curso de agua de la quebrada Alpacoma, por la infiltración subterránea de líquido lixiviado, procedente de los niveles subyacentes de las Celdas de residuos sólidos del RSNJA.	1. Art. 20 y 21 de la Ley 1333 2. Art. 16 y 17 Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.	Deficiencia en la impermeabilización de las paredes y nivel de desplante de las Celdas de residuos sólidos, sumado al deficiente sistema de extracción y control de líquidos lixiviados.	Incremento de la concentración de materia orgánica y de metales pesados al curso de agua de la quebrada Alpacoma.	1. Estudio de tomografía geoeléctrica que ha detectado presencia de volumen considerable de líquido lixiviado subyacente a las Celdas y fuga subterránea de los mismos. 2. Resultados de laboratorio de aguas que demuestra la presencia de parámetros de lixiviado en agua subterránea, en el sector sur del RSNJA 3. Resultados de laboratorio de aguas del curso de agua de la quebrada Alpacoma, de los puntos aguas arriba y aguas abajo, que	Empresa operadora

				demuestra el incremento de la contaminación en el trayecto de 2 Km.	

B. Informe Legal

B.1 Antecedentes

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), a raíz del evento sucedido el 15 de enero de 2019 en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín, decide lanzar la Convocatoria Pública Nacional MMAYA/LP/001/2019 (Segunda Convocatoria) con CUCE: 19-0086-00-954892-2-1 para la CONSULTORÍA POR PRODUCTO: AUDITORÍA AMBIENTAL POR PELIGRO INMINENTE DEL RELLENO SANITARIO NUEVO JARDÍN – MUNICIPIO DE LA PAZ".

Conforme a la normativa vigente y para el caso de Auditorías Ambientales por contingencia o peligro inminente, el área de estudio se define como el espacio donde acontecen o pueden ocurrir los impactos ambientales negativos y las áreas donde alcanzan sus efectos en el medio ambiente y la salud humana, las mismas que serán definidas en la Auditoria Ambiental - AA.

Se entiende como Peligro inminente al riesgo potencial que se produzca un impacto ambiental severo como consecuencia de una AOP, el mismo que de comprobarse se constituye en causal para la realización de una auditoría ambiental (AA).

B.2 Marco Normativo

El ámbito legal, luego de la recopilación se realizó la revisión de la normativa pertinente a la Auditoría Ambiental, citándose las siguientes:

a) Constitución Política del Estado
b) Ley N° 1178 – Ley de Administración y Control Gubernamentales de 20 de julio de 1990
c) Ley N° 1333 de Medio Ambiente de 27 de abril de 1992
d) El Decreto Supremo N° 24176, de fecha 8 de diciembre de 1995, en su **Artículo 1,** aprueba la reglamentación de la Ley del Medio Ambiente, integrada por los reglamentos de: (a) General de Gestión Ambiental, (b) Prevención y Control Ambiental, (c) en Materia de Contaminación Atmosférica, (d) en Materia de Contaminación Hídrica, (e) para Actividades con Sustancias Peligrosas y (f) de Gestión de Residuos Sólidos, así como sus respectivos anexos, instrumentos que forman parte integrante del presente decreto supremo. El Decreto Reglamentario fue modificado mediante los siguientes Decretos Supremos que aprueban normas complementarias:
    i. Decreto Supremo 26705 de 10 de julio de 2002
    ii. Decreto Supremo 28499 de 10 de diciembre de 2005
    iii. Decreto Supremo N° 28592 de 17 de enero de 2006
    iv. Decreto Supremo N° 3549 de 2 de mayo de 2018
e) Ley N° 031 - Ley Marco de Autonomías y Descentralización "Andrés Ibáñez de 19 de julio de 2010.

f) Ley N° 300 - Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien de 15 de octubre de 2012.
g) Ley N° 755 -Ley de Gestión Integral de Residuos de 28 de octubre de 2015.
   - Decreto Supremo N° 2954
h) Resolución Secretarial N° 383 de 28 de noviembre de 1996 que aprueba las siguientes normas y reglamentos técnicos de saneamiento básico:
   i. NB 688-Instalaciones Sanitarias
   ii. NB 689-Instalaciones de agua
   iii. NB-742 a 745 –Medio Ambiente
   iv. NB-746 a 760-Residuos Sólidos

B.3 Consideraciones Legales

La Ley No. 1333 de 27 de abril de 1992 - Ley del Medio Ambiente, protege y conserva el medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del ser humano con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

El Artículo 18 de la Ley del Medio Ambiente, establece que el control de calidad ambiental es de necesidad y utilidad pública e interés social.

El Decreto Supremo N° 28499, de fecha 10 de diciembre de 2005, NORMA COMPLEMENTARIA - MODIFICATORIA DEL REGLAMENTO DE PREVENCION Y CONTROL AMBIENTAL - REGLAMENTO GENERAL DE GESTION AMBIENTAL Y AUDITORIAS AMBIENTALESA, modifica las partes pertinentes de los Reglamentos a la Ley del Medio Ambiento y del Decreto Supremo No. 26705, definiendo el contenido, alcance y objetivo de las Auditorías Ambientales y clarificando el procedimiento de ejecución y contratación a través de la determinación de roles de la Autoridad Ambiental Competente y de la Autoridad Responsable del Proceso de Contratación.

De acuerdo con el Decreto Supremo N° 28499, se define la elaboración de la auditoría en tres fases, la primera de Planificación, la segunda Actividades en el Sitio a Auditar y la tercera Reporte de auditoría ambiental por peligro inminente, consistente en Informes Técnico, Legal, Dictamen y el Resumen Ejecutivo.

Como resultado de la Fase 3 y conforme al artículo 12 del Decreto Supremo N° 28499, el informe legal debe describir: "El incumplimiento a disposiciones legales previstas en la legislación vigente que incluirá: i) compromisos asumidos en la Licencia Ambiental y ii) disposiciones emanadas por la AAC".

B.3.1 Hallazgos

Hallazgo 1. Trámite de Licencia Ambiental Eventual Relleno Sanitario Nuevo Jardín Alpacoma

El Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos (RGRS), reglamenta la Ley del Medio Ambiente No. 1333 del 27 de abril de 1992, respecto a los residuos sólidos, considerados como factor susceptible de degradar el medio ambiente y afectar la salud humana, cuyo objeto es establecer el régimen jurídico para la ordenación y vigilancia de la gestión de los residuos sólidos, fomentando el aprovechamiento de los mismos mediante la adecuada recuperación de los recursos en ellos contenidos.

Con relación a la otorgación de las licencias ambientales, el artículo 86 del RGRS señala: **"**La licencia eventual se concederá para resolver situaciones imprevistas, con un periodo de funcionamiento establecido por las autoridades competentes, que podrá ser prorrogado en los casos y condiciones que normativamente se determinen".

De acuerdo con la auditoria se verifico que el GAMLP tramita 7 licencias eventuales por "*situaciones imprevistas*"; sin embargo, después de 15 meses entre la primera emisión y la tercera ampliatoria con otro alcance, se pierde el concepto de situación imprevista, identificándose deficiencia en el manejo técnico, por la falta de la presentación de un proyecto que determina una planificación, desarrollo y manejo del RSNJA.

El inicio de la disposición de residuos sólidos domésticos se efectúa en la Celda de Emergencia, hoy llamada Macrocelda 4, posteriormente se amplía la Licencia Eventual (LE) durante 7 oportunidades sucesivas, incluidas otras estructuras de ingeniería como son las Macroceldas 1 (28/12/2005 por 12 meses), se modifica el alcance de la LE a la Macrocelda 2 por tres oportunidades (28/12/2006 hasta 28/09/2008) y después esta última LE se amplía en dos ocasiones (29/10/2008 hasta el 28/04/2010 por 12 y 6 meses, respectivamente).

Hallazgo 2. Definir las Áreas de Estudio donde se generan y alcanzan los impactos ambientales negativos

Como resultado de la auditoria se estableció que la línea ambiental del deslizamiento de RS del RSNJ causó un impacto ambiental calificado por sus efectos como temporal, localizado, reversible y recuperable. El evento excedió el área directa y se extendió más allá del límite del predio. La valoración del grado de cumplimiento de la normativa ambiental tiene dos enfoques sobre el deslizamiento en sí y las medidas implementadas para la atención del mismo.

El artículo 20 de la Ley 1333 señala que se consideran actividades y/o factores susceptibles de degradar el medio ambiente; cuando excedan los límites permisibles a establecerse en reglamentación expresa, los que a continuación se enumeran:

a. "Los que contaminan el aire, las aguas en todos sus estados, el suelo y el subsuelo.
b. Los que producen alteraciones nocivas de las condiciones hidrológicas, edafológicas, geomorfológicas y climáticas.
c. Los que alteran el patrimonio cultural, el paisaje y los bienes colectivos o individuales, protegidos por Ley.
d. Los que alteran el patrimonio natural constituido por la diversidad biológica, genética y ecológica, sus interrelaciones y procesos.

e. Las acciones directas o indirectas que producen o pueden producir el deterioro ambiental en forma temporal o permanente, incidiendo sobre la salud de la población."

La auditoría evidencio la Acumulación de lixiviado en la Macrocelda 4 e inexistencia de canal perimetral, generando un impacto ambiental sobre los recursos atmosféricos, hídricos y suelos.

Asimismo, se identificó afectación a la salud de la población por la descarga del lixiviado que impactó la quebrada Alpacoma y el río Achocalla con concentraciones en exceso a los límites permisibles que establece el RMCH en los parámetros DBO_5 y DQO.

En la línea de salud el impacto fue debido a los olores que causaron diarreas, malestares, conjuntivitis y vectores con la prevalencia de moscas.

El artículo 21 de la Ley 1333 claramente establece; "Es deber de todas las personas naturales o colectivas que desarrollen actividades susceptibles de degradar el medio ambiente, tomar las medidas preventivas correspondientes, informar a la autoridad competente y a los posibles afectados, con el fin de evitar daños a la salud de la población, el medio ambiente y los bienes".

Hallazgo 3. Incumplimiento al diseño original.

De acuerdo con la AA, el GAMLP y TERSA S.A., no cumplieron con lo presentado en el Manifiesto Ambiental, Declaratoria de Adecuación Ambiental N° 020101-10-DAA-1617/10 del 27/10/2010, siendo este un documento técnico-legal que tiene la calidad de declaración jurada, que refleja la situación ambiental de la AOP, y su alcance no puede ser modificado bajo ninguna circunstancia; salvo que previamente se comunique a la AACN dichos cambios, bajo aplicación de la normativa del Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA), puesto que los documentos técnicos aprobados por la AACN, como son los planos de construcción de las Macroceldas tienen un alcance de operación para ocho celdas, dos celdas por cada Macroceldas propuesta; sin embargo fueron modificados.

La Ampliación y modificación de la Macroceldas y celdas en el RSNJ, sin autorización y aprobación de la AACN y la falta de ejecución de un proyecto inicial presentado en el Manifiesto ambiental, como la ubicación del Sistema de Tratamiento de Lixiviados, que de acuerdo con los planos del proyecto presentado demuestran su instalación sobre la dorsal sur y no así hacia el sudoeste del predio, lo que se observa el incumplimiento de lo establecido en el artículo 96 inciso e) del Reglamento General de Gestión Ambiental D.S. 24176 del 8 de diciembre de 1995, que señala: "Constituyen contravenciones a la legislación ambiental las previstas en el Art. 99 de la Ley del Medio Ambiente: … e) alterar, ampliar o modificar un proyecto, obra o actividad sin cumplir el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)."

Respecto a la GADLP y el MMAYA, claramente el artículo 86 del RGGA señala: "La Autoridad Ambiental Competente realizará los actos de inspección y vigilancia que considere necesarios en los establecimientos, obras y proyectos en que decida hacerlo, a fin de verificar el cumplimiento de la ley, del presente Reglamento y demás instrumentos normativos de la gestión ambiental."

El articulo 16.- (DE LAS INFRACCIONES ADMINISTRATIVAS), del Decreto Supremo N° 28592, consideran infracciones administrativas las contravenciones a los preceptos de la Ley del Medio Ambiente, su reglamentación y disposiciones conexas.

Asimismo, el articulo 17 parágrafo II inciso e) de la misma disposición legal dispone que son INFRACCIONES ADMINISTRATIVAS DE IMPACTO AMBIENTAL: "e) Alterar, ampliar o modificar un proyecto, obra o actividad sin cumplir el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Hallazgo 4. Manejo inadecuado de los lixiviados.

De la revisión del Manifiesto Ambiental, Plan de Adecuación Ambiental, Anexo B. Anexo 3, la AA determino que los elementos altamente contaminantes de un relleno sanitario es el lixiviado, su gestión ambiental es de primera prioridad, tanto dentro de cada una de las celdas para generar reacciones bioquímicas para su conversión en biogás, como después de su evacuación del relleno por medio de un sistema de drenaje.

Una de las causas atribuibles al evento es la sobresaturación (acumulación) de líquido lixiviado en la Macrocelda 4, no procesado en tiempos adecuados por falta de capacidad de tratamiento de la PTL, incrementado por un ingreso no previsto de agua pluvial (falta de canal perimetral). El efecto del evento ocasionó un impacto negativo directo, temporal, localizado, próximo, reversible y recuperable para el ecosistema de la parte de las cuencas de la quebrada Alpacoma y Achocalla.

Para evitar los posibles impactos ambientales por mal manejo del lixiviado en el Manifiesto Ambiental se propone dos métodos de tratamiento, aunque lo indicado es la construcción de la Planta de Tratamiento de Lixiviado empleando procesos físicos, químicos y biológicos. Sin embargo, se considera la segunda opción propuesta en el MA que fue la elaboración de queques que genera un impacto ambiental sobre el suelo y la calidad del aire.

El artículo 64 inciso c) del Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA) dispone que las licencias ambientales quedaran sin efecto *por modificación o ampliación de la actividad inicial*.

Al respecto, el artículo 96, inciso h) señala que constituye una contravención a la legislación ambiental el no implementar las medidas de mitigación aprobadas en el Programa de Prevención y Mitigación y en el Plan de Adecuación, de acuerdo con el respectivo Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental.

Asimismo, el artículo 17 parágrafo II, incisos h) e i) del D.S 28592, constituyen infracciones administrativas de impacto ambiental, en el marco del artículo 99 de la Ley del Medio Ambiente, las siguientes:

"h) No implementar las medidas de mitigación aprobadas en el programa de Prevención y Mitigación y en el Plan de Adecuación de acuerdo con el respectivo Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental.

i) Cuando el Representante Legal de la AOP, no informe a la Autoridad Ambiental Competente de impactos ambientales no previstos en su Licencia Ambiental y que puedan afectar al medio ambiente."

Hallazgo 5. Identificar y evaluar las causas del colapso

De acuerdo la evidencia de la auditoria, Manifiesto Ambiental, Declaratoria de Adecuación Ambiental N° 020101-10-DAA-1617/10 del 27/10/2010 una de las causas para que ocurra el evento está definido por el criterio de Diseño del RSNJ concebido como una obra de ingeniería civil, puesto que el Diseño aprobado en el Manifiesto Ambiental no fue construido en el RSNJ y no cuenta con una Memoria de Cálculo y planos As Built.

El Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA), tiene por objeto reglamentar la Ley de 27 de abril de 1992, en lo referente a Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y Control de Calidad Ambiental (CCA), dentro del marco del desarrollo sostenibleSe aplica lo establecido en RPCA art 100 y NB 760

En su artículo 100, señala: "Los procedimientos de control de calidad ambiental (Anexo 4) de los proyectos, obras o actividades, que estén en proceso de implementación, operación o etapa de abandono al entrar en vigencia el presente Reglamento, se iniciarán con la presentación del MA. Este es un instrumento técnico-legal que refleja la situación ambiental y, cuando corresponda planteará un Plan de Adecuación Ambiental del proyecto, obra o actividad."

Sin embargo, el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP), Gobierno Autónomo Departamental de La Paz (GADLP), Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAYA) y TERSA S.A., aprueban un documento que no fue ejecutado en su alcance bajo un diseño que no fue presentado en la auditoria, considerado como una de las causas para el deslizamiento de los RSD, en fecha 15 de enero de 2019, por la acumulación de lixiviado en la Macrocelda 4 y la inexistencia de un canal perimetral.

Hallazgo 6. Definir la superficie y volumen total del área destabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos.

De la revisión de los Informes de Inspecciones del MMAYA, la auditoria evidencia que el deslizamiento de la superficie que comprende al bloque desplazado, el sector oeste deslizado de acuerdo a la comprobación que se encuentra informado por capas, grietas y asentamientos; abarca un área de 10 Ha y representa el 88% del área destinada a la disposición final de residuos sólidos, siendo el volumen total aproximado de 80.000 m^3.

La GAMLP, GADLP, MMAYA y TERSA S.A. no dan cumplimiento con lo dispuesto en el artículo 100 del RPCA y NB 760, al aprobar un MA sin la presentación de un diseño considerado como una de las causas para el deslizamiento de los RSD, en fecha 15 de enero de 2019, por la acumulación de lixiviado en la Macrocelda 4 y la inexistencia de un canal perimetral.

Hallazgo 7. Determinar el volumen de lixiviado que fue descargado producto del deslizamiento.

Como resultado de la evaluación de la documentación presentada por los auditados, la AA evidencia que mediante Informe Técnico INF/MMAYA/VAPSB/DGGIRS N° 0014/2019 (21/01/2019) del MMAYA, el volumen líquido lixiviado descargado por el deslizamiento del RSNJ fue de 10.000 metros cúbicos que llegó y excedió a la quebrada Alpacoma. Este lixiviado (al momento del evento) se encontraba almacenado en cinco (5) estanques que fueron colmatados por los residuos sólidos.

Asimismo, el INFORME TECNICO INF/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAM/MA – 1617/2019, la comisión del MMAYA confirma la descarga de lixiviados al cauce de la quebrada Alpacoma en el punto de represamiento 3 y se cita como penalidad al Código Penal, artículo 3, numeral 3 en forma textual *"… el que envenenare, contaminare, adulterare, aguas destinadas al consumo público o al uso agropecuario y piscícola, tendrá privación de libertad de uno a diez años."*

El grado de afectación por el derrame de lixiviado, casi instantáneo, causó un deterioro severo de la ya mala calidad del agua de la quebrada que fue colmatada por residuos sólidos y un caudal intempestivo de lixiviado, causando un impacto ambiental severo, directo, temporal, localizado, próximo, reversible y recuperable.

Al respecto, el artículo 107 de la Ley 1333, establece: "El que vierta o arroje aguas residuales no tratadas, líquidos químicos o bioquímicos, objetos o desechos de cualquier naturaleza, en los cauces de aguas, en las riberas, acuíferos, cuencas, ríos, lagos, lagunas, estanques de aguas, capaces de contaminar o degradar las aguas que excedan los límites a establecerse en la reglamentación, será sancionado con la pena de privación de libertad de uno a cuatro años y con la multa de cien por ciento del daño causado."

Por su parte, el artículo 17 parágrafo II, incisos h) e i) del D.S 28592, constituyen infracciones administrativas de impacto ambiental, en el marco del artículo 99 de la Ley del Medio Ambiente, las siguientes:

"h) No implementar las medidas de mitigación aprobadas en el programa de Prevención y Mitigación y en el Plan de Adecuación de acuerdo con el respectivo Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental.

i) Cuando el Representante Legal de la AOP, no informe a la Autoridad Ambiental Competente de impactos ambientales no previstos en su Licencia Ambiental y que puedan afectar al medio ambiente."

Hallazgo 8. Análisis comparativo de los diseños de ingeniería, con el estado real de construcción y disposición de Macroceldas, estanques de lixiviado.

El resultado de la revisión del Manifiesto Ambiental, la auditoria evidencia que el diseño de las celdas no coincide con lo construido o ejecutado en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín. Para la aprobación técnica y administrativa del Manifiesto Ambiental con Declaratoria de Adecuación Ambiental N° 020101-10-DAA-1617/10 solamente se presentó planos sin escala y sin Memoria de Cálculo. Asimismo, TERSA S.A., presentaba diseños individuales de celdas parciales para su aprobación de SIREMU, una vez aprobados eran construidas.

De acuerdo al comunicado emitido por el MMAYA al GAMLP en nota MMAYA/VMABCCGDF 143 2019, hacen mención a la aplicación al Decreto Supremo 28592, artículo 17, parágrafo II), inciso e) porque constituye una infracción administrativa de impacto ambiental el *…" alterar, ampliar o modificar un proyecto, obra o actividad, sin cumplir el procedimiento de evaluación de impacto ambiental"*.

La modificación completa entre lo aprobado y lo construido, genera un Impacto ambiental en el medio circundante afectando los factores de aguas, aire y suelos.

Adicionalmente, la presente auditoria no tuvo acceso a un diseño o proyecto ingenieril final de la Celda de Residuos Patógenos. Tampoco al proyecto a diseño final de la Planta de Tratamiento de Lixiviados (PTL) o el diseño final de ingeniería con su memoria de cálculo de los estanques de almacenamiento de líquidos lixiviados.

Resultado 9. Análisis comparativo de las medidas de adecuación originalmente propuestos y aprobados en el Manifiesto Ambiental con la situación real.

Revisado el Manifiesto Ambiental y el Plan de Adecuación Ambiental Anexo B. Anexo 3, se observa que las medidas de adecuación originalmente aprobados en el MA tienen alcance para los factores de agua, aire, residuos sólidos, sustancias peligrosas y seguridad e higiene y no así de los factores ambientales de riesgos, suelos y subsuelos. Esta omisión no permitió plantear sus medidas de adecuación, por lo que los factores de impacto ambiental en un relleno sanitario es la gestión integral de manejo del lixiviado, particularmente, su tratamiento.

De acuerdo con la auditoria el manejo integral (generación, transporte, acumulación, tratamiento y disposición final) del lixiviado debió ser considerado como una política de manejo ambiental del RSNJ. En el MA se compromete la implementación de una Planta de Tratamiento de Lixiviado de determinado volumen, basado en un balance hídrico que no se ajusta a la situación real de ese momento (2010). Está PTL debió empezó a operar en noviembre de 2012, con un retraso de 19 meses.

El tratamiento del total de lixiviado generado por el RSNJ (120 m^3/día), por eso tuvo que construir piscinas e incrementar el "tratamiento" de elaboración de "queques", siendo una de las causas del deslizamiento la acumulación del líquido lixiviado en la Macrocelda 4, generando Impacto ambiental negativo al ecosistema circundante afectando la calidad de los factores de aguas, aire y suelos.

El artículo 64 inciso c) del Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA) dispone que las licencias ambientales quedaran sin efecto *por modificación o ampliación de la actividad inicial*.

Al respecto, el artículo 96, inciso h) señala que constituye una contravención a la legislación ambiental el no implementar las medidas de mitigación aprobadas en el Programa de Prevención y Mitigación y en el Plan de Adecuación, de acuerdo con el respectivo Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental.

Asimismo, el artículo 17 parágrafo II, incisos h) e i) del D.S 28592, constituyen infracciones administrativas de impacto ambiental, en el marco del artículo 99 de la Ley del Medio Ambiente, las siguientes:

"h) No implementar las medidas de mitigación aprobadas en el programa de Prevención y Mitigación y en el Plan de Adecuación de acuerdo con el respectivo Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental.

i) Cuando el Representante Legal de la AOP, no informe a la Autoridad Ambiental Competente de impactos ambientales no previstos en su Licencia Ambiental y que puedan afectar al medio ambiente."

Resultado 10. Diagnóstico y evaluación de la situación actual de todos los factores y aspectos ambientales afectados por el deslizamiento.

Revisado el Informe Técnico – INF/MMAYA/VAPSB/DGGIRS N° 0014/2019 D 21/01/2019 y el Plan de Contingencias Específico, la auditoria estableció que la calidad del aire no está impactado por exceso a la norma de PM10; tiene un impacto negativo por las Partículas Biológicas Viables (PBV) debido a recuento total de bacterias Mesófilas totales en grados de impacto de Contaminado a Muy Contaminado; el biogás se encuentra en etapa metanogénica (10 captadores se encuentran colmatados por lixiviado) y los olores no generan impactos en los límites de distancia previstos en la NB 760

Para las aguas superficiales se evaluó su calidad en cinco (5) puntos, tres en la quebrada Alpacoma y dos en el río Achocalla. Las tres muestras de aguas en la quebrada Alpacoma ubicadas de suroeste a sureste tienen un deterioro en su calidad hídrica incremental en 15 parámetros; entre dos puntos denominados AG-01 AA ALPA y AG-03 AA ALPA. Aunque este aporte de contaminación al Alpacoma todavía es de origen desconocido; se puede considerar un indicio de impacto a este curso superficial por aguas subterráneas.

El artículo 64 inciso c) del Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA) dispone que las licencias ambientales quedaran sin efecto *por modificación o ampliación de la actividad inicial*.

Al respecto, el artículo 96, inciso h) señala que constituye una contravención a la legislación ambiental el no implementar las medidas de mitigación aprobadas en el Programa de Prevención y Mitigación y en el Plan de Adecuación, de acuerdo con el respectivo Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental.

Asimismo, el artículo 17 parágrafo II, incisos h) e i) del D.S 28592, constituyen infracciones administrativas de impacto ambiental, en el marco del artículo 99 de la Ley del Medio Ambiente, las siguientes:

"h) No implementar las medidas de mitigación aprobadas en el programa de Prevención y Mitigación y en el Plan de Adecuación de acuerdo con el respectivo Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental.

i) Cuando el Representante Legal de la AOP, no informe a la Autoridad Ambiental Competente de impactos ambientales no previstos en su Licencia Ambiental y que puedan afectar al medio ambiente."

Hallazgo 11. Vigencia de la Licencia Ambiental

De acuerdo con la evidencia consistente en el Proyecto de estudio de celda 3. Diciembre de 2005, MC 2: PREF-SDRNMA-DMA N° 965/2006; 21/12/2006, MC 2: PDLP-SDRRNNMA-DMA-C-458/07; 27/08/2007, MC 2: PDLP-SDDP-C-333/08; 25/04/2008, Acta Circunstancial de Inspección de la Prefectura del Departamento de La Paz de fecha 26-04-10 y el Manifiesto Ambiental, RSNJ, 2010, la auditoria observa que la Licencia Ambiental obtenida para las actividades del Relleno Sanitario Nuevo Jardín dispone legalmente su vigencia por lo descrito en el art. 15 del D.S. 28592, que señala: "La Licencia Ambiental tendrá vigencia por el lapso de diez años…", lo que promueve a la AOP considerar el período del 27 de octubre de 2010 a 27 de octubre de 2020.

Por consiguiente, se asume que al modificar el diseño presentado en el documento MA, la vigencia de la Licencia Ambiental **queda sin efecto**.

Considerando algunos puntos resaltantes de la evaluación operativa, se observa que:

- la celda 3 implementada en mayo de 2006,
- la ubicación del sistema de Tratamiento de Lixiviados y
- la fundación de las celdas sobre la dorsal sur determina que las modificaciones se realizaron con antelación al procedimiento del licenciamiento, lo que recae en contravención a la legislación ambiental basada en el RGGA, art. 96°, inciso b) *Presentar la FA, el EEIA, el MA o el reporte de Autoridad Ambiental con información alterada*.

Por otra parte, el dato sobre la vida útil de 13 años plasmada en el punto 1.1 del formulario Manifiesto Ambiental, se contabiliza a partir del inicio de operaciones como expresa el punto 3 del mismo documento, fecha considerada 1° de octubre de 2004, focalizando una fecha límite de vigencia de la licencia bajo criterio del promotor del proyecto hasta el día 1° de octubre de 2017, lo que permite aplicar el RGRS (hasta el año 2015), el artículo 84° donde expresa que *la licencia permanente se extinguirá cuando se hubiera agotado la vida útil del relleno*, a partir de 28 de octubre de 2015 entra en vigencia la ley 755 y en ella el art. 31 parágrafo III induce iniciar el cierre de las instalaciones alcanzada la vida útil del relleno

A raíz de esta información, la AA observa claramente que se constituyen como infracciones administrativas al haber *alterado, ampliado o modificado un proyecto, obra o actividad sin cumplir el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)*, establecido en el D.S. 28592.

El artículo 64 inciso c) del Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA) dispone que las licencias ambientales quedaran sin efecto *por modificación o ampliación de la actividad inicial*.

Al respecto, el artículo 96, inciso h) señala que constituye una contravención a la legislación ambiental el no implementar las medidas de mitigación aprobadas en el Programa de Prevención y Mitigación y en el Plan de Adecuación, de acuerdo con el respectivo Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental.

Asimismo, el artículo 17 parágrafo II, incisos h) e i) del D.S 28592, constituyen infracciones administrativas de impacto ambiental, en el marco del artículo 99 de la Ley del Medio Ambiente, las siguientes:

"h) No implementar las medidas de mitigación aprobadas en el programa de Prevención y Mitigación y en el Plan de Adecuación de acuerdo con el respectivo Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental.

i) Cuando el Representante Legal de la AOP, no informe a la Autoridad Ambiental Competente de impactos ambientales no previstos en su Licencia Ambiental y que puedan afectar al medio ambiente."

Hallazgo 12. Realizar todos los estudios, análisis, mediciones y evaluaciones de campo que se requieran para el cumplimiento de los objetivos y alcance de los términos de referencia, generando documentos de respaldos, los cuales serán emitidos y firmados por profesionales y laboratorios acreditados para tal fin.

De acuerdo con la evidencia obtenida por la AA, consistente en:

1. El Estudio de tomografía geoeléctrica ha detectado presencia de volumen considerable de líquido lixiviado subyacente a las Celdas y fuga subterránea de los mismos.

2. Resultados de laboratorio de aguas que demuestra la presencia de parámetros de lixiviado en agua subterránea, en el sector sur del RSNJA

3. Resultados de laboratorio de aguas del curso de agua de la quebrada Alpacoma, de los puntos aguas arriba y aguas abajo, que demuestra el incremento de la contaminación en el trayecto de 2 Km.

Determino que de las ocho (8) líneas tomográficas realizadas para el estudio, tres de ellas se ubicaron en el sector sur, fuera del área específica de las Celdas, donde no debería haber influencia de los residuos sólidos, no obstante, se encontró presencia de contenido de humedad.

Así mismo, de las muestras tomadas del agua de la quebrada Alpacoma, para determinar la composición física, química y biológica, muestran un incremento de contaminación biológica y de metales pesados, en dicho tramo, lo que induce a suponer la infiltración de líquido contaminado en ese curso de agua.

Del resultado de la auditoria se encontró deficiencia en la impermeabilización de las paredes y nivel de desplante de las Celdas de residuos sólidos, sumado al deficiente sistema de extracción y control de líquidos lixiviados, lo que incremento de la concentración de materia orgánica y de metales pesados al curso de agua de la quebrada Alpacoma con un grado de contaminación, que luego es descargado al río Achocalla.

Al respecto, el artículo 20 de la Ley 1333 señala que se consideran actividades y/o factores susceptibles de degradar el medio ambiente; cuando excedan los límites permisibles a establecerse en reglamentación expresa, como: "a) Los que contaminan el aire, las aguas en todos sus estados, el suelo y el subsuelo."

El artículo 21 de la Ley 1333 claramente establece; "Es deber de todas las personas naturales o colectivas que desarrollen actividades susceptibles de degradar el medio ambiente, tomar las medidas preventivas correspondientes, informar a la autoridad competente y a los posibles afectados, con el fin de evitar daño."

El Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica con relacion a la DESCARGA DE EFLUENTES EN CUERPOS DE AGUA, en su articulo 16 dispone: "La autorización para descargar efluentes en cuerpos de agua, estará incluida en la DIA, en la DAA y en el Certificado de Dispensación establecidos en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental."

A su vez el artículo 17 señala: "La DIA, la DAA y el Certificado de Dispensación incluirán la obligación del REPRESENTANTE LEGAL de presentar semestralmente a la Autoridad Ambiental Competente un informe de caracterización de aguas residuales crudas o tratadas emitido por un laboratorio autorizado, y de enviar al mismo tiempo una copia de dicho informe al Organismo Sectorial Competente. El informe deberá caracterizar aquellos parámetros para los que fija límites permisibles el Anexo A del presente Reglamento y que están directamente relacionados con la actividad y definidos por el Organismo Sectorial Competente en coordinación con el MDSMA."

B.4 Compromisos asumidos en la Licencia Ambiental

En el marco del artículo 26 parágrafo II del Decreto Supremo N° 28499 de 10 de diciembre de 2005 "Norma Complementaria y Modificatoria al RGGA y Auditorías Ambientales" y de normas generalmente aceptadas a nivel internacional, a requerimiento del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), se lleva a cabo la Auditoría Ambiental por Peligro Inminente del Relleno Sanitario Nuevo Jardín – Municipio de La Paz para verificar el cumplimiento legal y de los compromisos ambientales que forman parte de su Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental aprobado en su Licencia Ambiental, contratando servicios de Consultoría para la ejecución de la misma.

La **Auditoría Ambiental** se desarrolló considerando lo preceptos generales dispuestos en el Capítulo III, artículos 12 al 16 de la citada norma legal, salvando aquellas disposiciones expresamente determinadas para las Auditorías Ambientales a requerimiento de la Autoridad Ambiental Competente (AAC) tal como: ii) la valoración económica de daños civiles a particulares o al patrimonio del estado, en caso de contingencias previstas en el inciso c) del numeral 3 del artículo 12, por no ser aplicable al tipo de Auditoría desarrollada.

El resultado del trabajo de Planificación Fase 1 como consecuencia de la sistematización de la información contenida en los documentos facilitados de forma parcial y tardía por cada uno los actores como el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), Gobierno Autónomo Departamental de La Paz, Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, la Empresa operadora del RSNJ TERSA S.A., y las Actividades en el Sitio a Auditar, Fase 2, desarrollada en la operación del RSNJ de

Alpacoma y sus oficinas administrativas, permitieron el análisis y verificación de los compromisos asumidos en su Licencia Ambiental y el cumplimiento de los requisitos legales previstos en la normativa general (Reglamento General de Gestión Ambiental, Reglamento de Prevención y Control Ambiental, reglamentos generales aplicables a cada uno de los factores ambientales identificados en la Licencia Ambiental) que fueron analizados por separado en las siguientes Tablas.

B.4.1 Verificacion de cumplimiento de requerimiento

(técnico-administrativo y ambiental previsto en la normativa aplicable)

La verificación de cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales previstos en la normativa vigente aplicable a la actividad ambiental, se presenta de manera sistemática en la Tabla B-1.

AOP: Relleno Sanitario Nuevo Jardín – Gobierno Autónomo Municipal de La Paz

Tabla B-1 Formulario General de Verificación de Cumplimiento de Requerimientos Ambientales Previstos en la Legislación Vigente

DISPOSICIÓN LEGAL Y DOCUMENTOS VERIFICADOS	CUMPLIMIENTO				OBSERVACIONES Y ACLARACIONES
	SI	NO	CP	NA	
I. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES GENERALES - REGLAMENTO GENERAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (RGGA) Y REGLAMENTO DE PREVENCIÓN Y CONTROL AMBIENTAL (RPCA)					
I.1. Licencia Ambiental Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA), Reglamentación a Ley Nº 1333, Reglamento General de Gestión Ambiental RGGA Art. 56, D.S. Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995.	X				• Aprobación del Manifiesto Ambiental (MA) "Relleno Sanitario Nuevo Jardín" con nota MMAyA-VMA.DGMACC-MA 1617 (a)/10 Nº 020101-10-DAA-No 1617/10 – Declaratoria de Adecuación Ambiental. Licencia Ambiental el 27 de octubre de 2010, otorgada al Gobierno Autónomo Municipal de La Paz a través de su Representante Legal, Dr. Luis Antonio Revilla Herrero.
I.2. Actualización de Licencia Ambiental, Artículos 90 y 91 del Reglamento General de Gestión Ambiental D.S. Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995		X			• No se realizó actualización de Licencia Ambiental desde 27/10/2010 a 15/01/2019.
I.3. Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP), Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas, Título II, capitulo 1, art. 15, D.S. 24176 de 8 de diciembre de 1995		X			• La LASP fue obtenida por la empresa operadora TERSA S.A. con N° de Licencia 020101-03-LASP-012-11.
I.4. Licencia ambiental o permiso especial para sitios de confinamiento de residuos peligrosos (RASP, Art. 54).		X			• No cuenta con Licencia Ambiental para confinamiento de residuos peligrosos.
I.5. Almacenamiento Residuos Peligrosos (Art. 52 y 53 RASP).		X			• La DAA no considera el almacenamiento de Residuos Peligrosos.
I.6. Documentación relacionada a implantación de sistemas de gestión ambiental interna (Art. 24 del D.S. Nº 28499 Norma Complementaria Modificatoria del RPCA, RGGA y Auditorías Ambientales).		X			• No se ejecutó un sistema de gestión ambiental interna ejecutando una Auditoría Ambiental Voluntaria (AAV).
I.7. Situaciones imprevistas o de emergencia (RGRS, Art. 86)	X				• Se tramitó Licencias Eventuales ante el GADLP desde el año 2004 hasta el 2009.
I.8. Temporalidad de la Licencia Ambiental (RGRS, Art. 85)	X				• Licencias Ambientales por plazos determinados por el GADLP con siete prorrogas.

DISPOSICIÓN LEGAL Y DOCUMENTOS VERIFICADOS	CUMPLIMIENTO				OBSERVACIONES Y ACLARACIONES
	SI	NO	CP	NA	
I.9. Vigencia de la Licencia Ambiental (RGRS, Art. 84)	X				• Licencia Ambiental vigente al momento de la AA; se encuentra en etapa de cierre y post cierre.
II. REGISTROS, AUTORIZACIONES Y PERMISOS OTORGADOS POR OTRAS AUTORIDADES COMPETENTES					
II.1 Autorizaciones para el transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas (Ministerio de Gobierno) (RASP, art. 28, Ministerio de Gobierno)		X			• No se cuenta con el Registro de la Dirección General de Sustancias Controladas para la compra de sustancias peligrosas (i.e. diésel, gasolina).
III. DOCUMENTOS ESPECÍFICOS PARA SEGUIMIENTO Y CONTROL RGGA Y RPCA					
III.1 Estudios Técnicos Elaborados para la Obtención de Licencias Ambientales que incluyan toda la documentación técnico-legal presentada a la AACN (MA), (RGGA, Art. 52, 56 y 57; RPCA Art. 32, 100, 103, 105).			X		• Se realizaron varios estudios presentados y aprobados en el MA, sin embargo, no se logró cumplir con las exigencias de la norma NB 760.
III.2 Estudios elaborados para la obtención de la Licencia Ambientales que incluyan toda la documentación técnico-legal presentada a la AACN (MA), (RGGA, Art. 52, 56 y 57; RPCA Art. 32, 100, 103, 105).	X				• Aprobado por la Autoridad Ambiental Competente.
III.3 Estudio de Manifiesto Ambiental (MA) (RGGA, Art. 52, 56 y 57; RPCA Art. 32, 100, 103, 105).			X		• El estudio requerido se encuentra con contenido parcial de acuerdo a exigencias del RPCA.
III.4 Programa de Prevención y Mitigación (PPM) y Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA) (Arts. 30 y 31 del RPCA).	X				• Forma parte del MA
III.5 Plan de Contingencias y Programa de Prevención de Accidentes (Art. 27 del RPCA).	X				• Forma parte del MA
III.6 Programa de Abandono y Cierre de Operaciones y Programa de Restauración (Art. 33 del RPCA).	X				• Forma parte del MA
III.7 Estudio Técnico Elaborado para la Obtención de Registro y Licencia para Actividades con Substancias Peligrosas (LASP) (Art. 15 inciso d) del RASP)		X			• La AOP no cuenta con Registro y Licencia para actividades con Sustancias Peligrosas (LASP)
III.8 Reportes de Monitoreo aprobados por la AAC o remitidos para su aprobación de acuerdo al PASA (Art. 149 y 150 del RPCA) aprobado en la Licencia Ambiental.	X				• Reportes trimestrales, semestrales y anuales definidos por la AAC en la DAA.

DISPOSICIÓN LEGAL Y DOCUMENTOS VERIFICADOS	CUMPLIMIENTO				OBSERVACIONES Y ACLARACIONES
	SI	NO	CP	NA	
III.9 Documentación sobre accidentes o incidentes en materia ambiental reportados a la AAC y sobre las medidas de mitigación o compensación realizadas (Art. 22 del RGGA).		X			• No se reportan incidentes ambientales producidos dentro de las áreas de intervención directa de la operación a la AACN, TERSA reporta los accidentes al GAMLP.
III.10 Registro Interno de Autocontrol (Art. 23 del RGGA)		X			• Tienen información prevista en la norma, deben sistematizarla y adaptarla para cumplir a la disposición legal.
III.11 Informe técnico anual de avance y situación ambiental con referencia a lo establecido en su MA, (RPCA, Art. 151).	X				• Se verificó la existencia de informes trimestrales, semestrales y anuales.
III.12 Inspecciones previstas en el RGGA (Art. 86 y siguientes), RPCA (Arts. 95 al 97).	X				• La AACN realizan inspecciones después del evento.
III.13 Resoluciones Administrativas emitidas por AAC, por denuncia (Art. 101 de la Ley N° 1333 y Art. 83 del RGGA.					• No se verificó en archivos la notificación a la empresa por denuncias ambientales.
III.14 Resoluciones administrativas seguidas por AAC por infracciones a la Ley del Medio Ambiente y su Reglamentación (Art.96 y siguientes del RGGA; Art. 16 y 17 de la norma complementaria y modificatoria de Reglamentos Ambientales) D.S. Nº 28592.					• No se verificó en archivos la notificación a la empresa para el inicio de un proceso administrativo sancionatorio por incumplimientos a la normativa vigente.
III.15 Copias de Actas de Inspección, RGGA art 86 y siguientes	X				• Disponibles en los Informes de Inspección.
III.16 Información sobre acciones administrativas seguidas por AACN por contravenciones a la Ley del Medio Ambiente y su Reglamentación (Art.96 y siguientes del RGGA; Art. 16 y 17 de la norma complementaria y modificatoria de Reglamentos Ambientales) D.S. Nº 28592.					•
III.17 Información sobre acciones seguidas contra la empresa en vía ordinaria en el marco de los Capítulos II y III del Título VIII del RGGA.					• No se verificó en archivos la notificación a la empresa para el inicio de acciones en vía ordinaria.
III.18 Evaluación y Control de la Contaminación Atmosférica (RMCA Art. 40 y Art. 52)			X		• Solo reporta un informe de opacidad para fuentes móviles (vehículos y maquinaria).
II.19 Libro o cuaderno de Registro de operación y mantenimiento de equipos de proceso y de control, aprobado por el Organismo Sectorial Competente para fuentes fijas (Art. 31 del RMCA).			X		• La empresa deberá gestionar ante el OSC la aprobación del Libro o Cuaderno realizar el registro correspondiente cumpliendo con la disposición legal.
III.20 Informe Semestral de Caracterización de Aguas Crudas o tratadas emitido por un laboratorio autorizado (RMCH, Art. 17 e informes de calidad de sus efluentes semestrales Art. 74 RMCH)	X				• La AOP elaboró los informes semestrales de acuerdo a normativa.

DISPOSICIÓN LEGAL Y DOCUMENTOS VERIFICADOS	CUMPLIMIENTO				OBSERVACIONES Y ACLARACIONES
	SI	NO	CP	NA	
III.21 Resultados de Análisis de laboratorio autorizado para caracterización de descargas (RMCH, Art. 7, Art. 35).		X			• La AOP no reporta la calidad de descargas, particularmente del tratamiento de la PTL.
III.22 Plan de cierre y programa de monitoreo de recuperación y de acondicionamiento de áreas destinadas a rellenos sanitarios (NB 760).	X				• La AOP cuenta con un Plan de Cierre y programa de monitoreo.
III.23 Cuaderno de Registro para el manejo de sustancias peligrosas (RASP, Art. 32)			X		• Información parcial, debe sistematizarse de la misma de manera que considere todas las variables establecidas en el artículo 32.
IV. OTRAS DISPOSICIONES AMBIENTALES DE LA LEGISLACIÓN VIGENTE					
IV.2 Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (Protocolo de Kyoto)				X	• No aplica

B.4.2 Licencias Ambientales, Autorizaciones y otros requerimientos técnicos y administrativos en el marco de los Reglamentos Generales a la Ley del Medio Ambiente

El Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA) y el Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA), aprobados mediante Decreto Supremo N° 24176, y las modificaciones y complementaciones posteriores aprobadas por Decretos Supremos N° 28499, y N° 28592, constituyen los instrumentos generales aplicables a todas las actividades, obras o proyectos (AOP's), determinando las obligaciones y responsabilidades ambientales así como los requisitos técnicos y administrativos que deben cumplir los Representantes Legales.

El RGGA en el artículo 59, define la Licencia Ambiental como el documento jurídico administrativo otorgado por la Autoridad Ambiental Competente (AAC), al Representante Legal de una AOP, que avala el cumplimiento de todos los requisitos previstos en la Ley del Medio Ambiente y la reglamentación correspondiente en lo que se refiere a los procedimientos de prevención y control ambiental, situación legal que es ratificada en su artículo 4 y en el artículo 7 del RPCA.

En ese marco el **GAMLP** elaboró el documento de Manifiesto Ambiental (MA) previsto en los Reglamentos a la Ley del Medio Ambiente, tramitando y obteniendo la licencia ambiental correspondiente para el desarrollo de sus actividades, que se detallan en las siguiente Tabla B-2.

Tabla B-2 Formulario de recopilación y revisión
(De documentos administrativos básicos provistos por la Empresa Auditada)

DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS BÁSICOS: LICENCIAS Y PERMISOS AMBIENTALES REQUERIDOS EN EL MARCO DE LA NORMATIVA GENERAL		
REQUISITOS AMBIENTALES	**DOCUMENTO/INSTRUMENTO/FECHA**	**OBSERVACIONES**
I.1 Licencia Ambiental Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA), Reglamentación a Ley Nº 1333, Reglamento General de Gestión Ambiental RGGA Art. 56, D.S. Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995.	• MMAyA-VMA.DGMACC-MA 1617 (a)/10 Nº 020101-10-DAA-No 1617/10 – Declaratoria de Adecuación Ambiental. Licencia Ambiental el 27 de octubre de 2010, otorgada al Gobierno Autónomo Municipal de La Paz a través de su Representante Legal, Dr. Luis Antonio Revilla Herrero.	• Carta MMAyA-VMA.DGMACC-MA 1617 (a)/10 Nº 020101-10-DAA-No 1617/10 de 27 de octubre de 2010, solicitud y comunicado: i) Primer informe de monitoreo con la ubicación de pozos y cronograma de monitoreo de aguas subterráneas. ii) Periódicamente se realizarán inspecciones a la actividad.
I.2 Actualización de Licencia Ambiental, D.S. Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995, art 150 RPCA, art DS 28592, art	Ninguna	• No se realizó actualización de la Licencia en el marco de lo dispuesto en la Reglamentación General ni específica.

84 del RGRS, art 64, incisos c) y e) del RGGA, art 10, inciso c) del DS 3549.		
I. 3 licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP), Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas (RASP), Título III, capítulo I, Art. 15, D.S. Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995.	Registro y Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP) N° 020101-03-LASP-012-11 de 23 de septiembre de 2011, otorgado por la Secretaria Departamental de Recursos Naturales, Biodiversidad y Medio Ambiente del Gobierno Autónomo Departamental de La Paz.	• El GAMLP no cuenta con un Registro y Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas. En cambio, la empresa operadora TERSA S.A., cuenta con un Registro y Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP) No 020101-03-LASP-012-11 de 23 de septiembre de 2011, otorgado por la Secretaria Departamental de Recursos Naturales, Biodiversidad y Medio Ambiente del Gobierno Autónomo Departamental de La Paz. *No autoriza a importar, exportar, comercializar, transportar los productos autorizados.* *Aprueba sólo 6 sustancias peligrosas.*
I.4 Licencia ambiental o permiso especial para sitios de confinamiento de residuos peligrosos (RASP, Art. 54).	Ninguna	• No cuenta con Licencia Ambiental para confinamiento de residuos peligrosos.
I.5 Almacenamiento de Residuos Peligrosos (Art. 52 y 53 RASP).	Ninguna	• La DAA no considera el almacenamiento de Residuos Peligrosos en el alcance dispuesto por la norma ambiental.
I.6 Documentación relacionada con la implantación de sistemas de gestión ambiental interna (Art. 24 del D.S. Nº 28499 Norma Complementaria Modificatoria del RPCA, RGGA y AA).	Ninguna	• La AOP no cuenta con un sistema de gestión ambiental interno.
1.7 Situaciones imprevistas o de emergencias (RGRS, art 86)	LICENCIA EVENTUAL PREF-DDRNMA-LE-OO1-04	• Representa la primera Licencia Eventual obtenida 29 de septiembre de 2004.
1.8 Temporalidad de la Licencia Ambiental (RGRS, art 85)	LICENCIA EVENTUAL PREF-DDRNMA-LE-OO1-04	• Otorgada por el GADLP por un tiempo de 5.5 años del 29/09/2004 al 28/04/2010.
1.9 Vigencia de la Licencia Ambiental (RGRS, art 84)	MMAyA-VMA.DGMACC-MA 1617 (a)/10 Nº 020101-10-DAA-No 1617/10	• Vigente por 13 años, a partir del 27/10/2010
II. REGISTROS, AUTORIZACIONES Y PERMISOS OTORGADAS POR OTRAS AUTORIDADES COMPETENTES		
II.1. Autorizaciones para el transporte y almacenamiento de sustancias	Ninguna	• Al no contar con la LASP no se tiene el Registro de la Dirección General de

peligrosas (RASP, art 28, Ministerio de Gobierno)		Sustancias Controladas para la compra diésel y gasolina.
III.DOCUMENTOS ESPECÍFICOS PARA SEGUIMIENTO Y CONTROL		
ESTUDIOS REALIZADOS	**DOCUMENTO/INSTRUMENTO/FECHA**	**OBSERVACIONES**
III.1 Estudios Técnicos Elaborados para la obtención de Licencias Ambientales que incluyan toda la documentación técnico-legal presentada a la AACN (RGGA, Art. 52, 56 y 57; RPCA Art. 32, 100, 103, 105).	En el MA en 22 Anexos se presentan diversos estudios, resaltan cálculo de lixiviados; estabilidad de taludes; análisis de riesgo y plan de contingencias, geotecnia y otros.	• No se ajusta a lo dispuesto por la NB 760 en los alcances exigidos. Se presentó un diseño de las celdas que no fue construido.
III.2 Estudios elaborados para la obtención de la Licencia Ambientales que incluyan toda la documentación técnico-legal presentada a la AACN (MA), (RGGA, Art. 52, 56 y 57; RPCA Art. 32, 100, 103, 105).	Se encuentran aprobados en el MA estudios de Flora, Fauna y Socioeconómico.	
III.3 Estudio de Manifiesto Ambiental (MA) (RGGA, Art. 52, 56 y 57; RPCA Art. 32, 100, 103, 105).	Manifiesto Ambiental	Las obras de ingeniería son de fundamental importancia en un relleno. Este sustento técnico es incompleto en los documentos del MA.
III.4 Programa de Prevención y Mitigación (PPM) y Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA) (Arts. 30 y 31 del RPCA).	Manifiesto Ambiental	El MA contiene el PAA y PASA
III.5 Plan de Contingencias y Programa de Prevención de Accidentes (Art. 27 del RPCA).	Manifiesto Ambiental	El MA contiene el Plan de Contingencias
III.6 Programa de Abandono y Cierre de Operaciones y Programa de Restauración (Art. 33 del RPCA).	Manifiesto Ambiental	Requiere presentar ante la AACN el Programa de Restauración de la AOP
III. 7 Estudio Técnico Elaborado para la obtención de Registro y Licencia para Actividades con Substancias Peligrosas (LASP) (Art. 15 inciso d) del RASP)	Ninguna	• La AOP no cuenta con la Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP).
III.8 Reportes de Monitoreo aprobados por la AAC o remitidos para su aprobación de acuerdo al PASA (Art. 149 Y 150 del RPCA) aprobado en la Licencia Ambiental.	• Reportes trimestrales, semestrales y anuales enviados a la AACN	Se desconocen las aprobaciones y/o observaciones a todos los reportes presentados ante el GADLP y la AACN.

III.9 Documentación sobre accidentes o incidentes en materia ambiental reportados a la AAC y sobre las medidas de mitigación o compensación (Art. 22 del RGGA).	Informes de Gestión Mensual, 27 incidentes desde 2010 hasta julio de 2019.	• TERSA S.A., reporta los accidentes o incidentes al GAMLP.
III.10 Registro Interno de Autocontrol (Art. 23 del RGGA)	No existe un Registro Específico como tal que estuviera dispuesto para GADLP y AACN.	• Existe información generada por la empresa que deberá ser sistematizada y estar a disposición de la empresa en caso de ser requerida.
III.11 Informe técnico anual de avance y situación ambiental con referencia a lo establecido en su MA, (RPCA, Art. 151).	Presentaron los Informes de Monitoreo Anual (IMA's) de 2011 al 2019.	
III.12 Inspecciones previstas en el RGGA (Art. 86 y siguientes), RPCA (Arts. 95 al 97).	Informes de Inspección	Se llevan a cabo 20 inspecciones durante el evento por la AACN.
III.13 Resoluciones Administrativas emitidas por AACN, por denuncia (Art. 101 de la Ley N° 1333 y Art. 83 del RGGA.	Sin información	
III.14 Resoluciones administrativas seguidas por AAC por infracciones a la Ley del Medio Ambiente y su Reglamentación (Art.96 y siguientes del RGGA; Art. 16 y 17 de la norma complementaria y modificatoria de Reglamentos Ambientales) D.S. Nº 28592.	Sin información	• No hay disponibilidad de notificaciones a la AOP para el inicio de un proceso administrativo sancionatorio por incumplimientos a la normativa vigente.
III.15 Copias de Actas de Inspección, artículos 86 y siguientes del RGGA.	Actas de Inspección	• Se entrega a la AOP las Actas de Inspección para su cumplimiento.
III.16 Información sobre acciones administrativas seguidas por AACN por contravenciones a la Ley del Medio Ambiente y su Reglamentación (Art.96 y siguientes del RGGA; Art. 16 y 17 de la norma complementaria y modificatoria de Reglamentos Ambientales) D.S. Nº 28592.	Sin información	
III.17 Información sobre acciones seguidas contra la empresa en vía ordinaria en el marco de los Capítulos II y III del Título VIII del RGGA.		• En la documentación revisada no existe información sobre procesos seguidos contra de la empresa en vía ordinaria relacionados con la Ley Nº 1333 o su reglamentación.

III.18 Evaluación y Control de la Contaminación Atmosférica (RMCA, Art. 40 y Art. 52).	Reportes mensuales, trimestrales y anuales a la AACN.	• La emisión de contaminantes atmosféricos (opacidad) fue medido y reportado en un **solo** IMA del 2018 II. El ruido fue monitoreado sin exceso a su Límite Permisible.
III.19 Libro o cuaderno de Registro de operación y mantenimiento de equipos de proceso y de control, aprobado por el OSC para fuentes fijas (Art. 31 del RMCA).	Existe información de operaciones de mantenimiento.	• Gestionar ante el OSC la aprobación del Libro o Cuaderno realizar el registro correspondiente cumpliendo con la disposición legal.
III.20 Informe Semestral de Caracterización de Aguas crudas o tratadas emitido por un laboratorio autorizado (RMCH, Art. 17 e informes de calidad de sus efluentes semestrales Art. 74 RMCH)	Informes semestrales y anuales	
III.21 Resultados de Análisis de laboratorio autorizado para caracterización de descargas (RMCH, Art. 7, Art. 35)	Sin información	• No se reporta la calidad de descargas como el líquido lixiviado después del tratamiento integral de la PTL.
III.22 Plan de cierre, post cierre y programa de monitoreo de recuperación y de acondicionamiento de áreas destinadas a rellenos sanitarios (NB 760)	Plan de Cierre y Post Cierre (abril 2019)	• En este Plan de Cierre y Post cierre está contenido los monitoreos de los factores ambientales de aire, aguas y suelos.
III.23 Cuaderno de Registro para el manejo de sustancias peligrosas (RASP, Art. 32)	Cuaderno de Registro	• Considerar el alcance de la norma ambiental (RASP).
IV. OTRAS DISPOSICIONES AMBIENTALES PREVISTAS EN LA LEGISLACIÓN VIGENTE		
IV.4 Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (Protocolo de Kyoto)		Su desarrollo fue anulado en el 2do contrato modificatorio entre el GAMLP y TERSA S.A.

B.4.3 Disposiciones emanadas por la AACN

Las Disposiciones emanadas por la AACN a raíz del deslizamiento, se realizaron mediante inspecciones técnicas entre el periodo del 18/01/2019 al 22/08/2019, cuya verificación de su cumplimiento en la AA, se basó a la documentación proporcionada por el MMAYA, GAMLP y TERSA.

Tabla B-3 Inspección 1ra – 7ma

Inspección 1ra – 7ma 18,19,23,25,28/01/2019 y 01,12/02/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. Se debe proponer un nuevo sistema de tratamiento de lixiviados que contemple las condiciones actuales del relleno, tomando en cuenta el evento suscitado.		X			No existe evidencia de una respuesta específica sobre esta temática.
2. Se debe retirar y tratar los lixiviados desplazados durante el deslizamiento que actualmente se encuentran represados.	X				El tratamiento contingente de los lixiviados mediante mezcla terrea o elaboración de queques que luego debían ser dispuestos en las celdas o en bancos de queques.
3. Se debe plantear un nuevo pozo de monitoreo de aguas subterráneas y su seguimiento.		X			Mediante informe técnico 22/2019 de fecha 27/03/2019, se reporta la construcción de una calicata de donde se colecta una sola muestra de agua subterránea para análisis de laboratorio, lo que implica que no existe un seguimiento ambiental continuo a corto plazo.
4. Se deberá presentar un plano reformulado para la redistribución de las áreas del RSNJ con la ubicación del cerco perimetral.		X			No es de conocimiento un nuevo plano donde se replantee la distribución las áreas de amortiguamiento y forestales.
5. Se debe trasvasar lixiviado del represamiento 3 hacia estanques impermeabilizadas.			X		Parte del líquido lixiviado es trasvasado a estanques impermeabilizados.
6. Se debe presentar la documentación del derecho propietario del área de construcción de la piscina EG-7.		X			No se presentó la documentación de derecho propietario del área donde está construida la piscina EG.7
7. Se debe realizar una limpieza de los residuos sólidos que se encuentran sobre el cauce del río para posterior realizar la reconformación de celdas, mediante un diseño que garantice su estabilidad.			X		Se efectúa la limpieza de los residuos sólidos del cauce de la quebrada Alpacoma. Sin evidencia de un diseño de reconformación de las celdas.
8. Las chimeneas deberán ser reconformadas de manera paralela a la conformación de taludes.	X				Se da cumplimiento
9. Para la celda 12 ampliatoria de la Macrocelda 4, se debe realizar un estudio geotécnico para evitar		X			Sin verificación de su cumplimiento

nuevos deslizamientos. **Inspección 1era. 18-19/01/2019**					
10. Deben ser reubicados en Macroceldas los residuos sólidos esparcidos en sector contiguo al curso de la ex planta de tratamiento de lixiviados. Se debe evacuar el lixiviado del lugar del sector no solo con queques. **Inspección 3era del 25/01/2019**			X		Los residuos sólidos fueron dispuestos en las celdas 14b y 15, durante las inspecciones de la auditoría ambiental. Se evidenció que se continuaba disponiendo volúmenes parciales hacia la celda 15, sin evidencia del tratamiento de lixiviado por otro método que no sean los queques.
11. Se debe monitorear las características y el caudal del agua del rio antes del área de deslizamiento y al final del área de represamiento 1 (confluencia de los ríos Alpacoma y Achocalla), debido a que en época de lluvia el caudal se incrementa. Además de verificar posibles fugas de lixiviado. **Inspección 2da – 7ma de 23/01/2019**	X				El MMAYA evidencia el incremento del caudal de la quebrada Alpacoma. El GAMLP señala que el dique 3 no ha sido rebasado. Se realizó monitoreos de factores agua, aire y suelos. La evaluación completa de los reportes es explicada en la Matriz de cumplimiento del Plan de Contingencias Específico. Se evaluaron las calidades de los factores agua, aire y suelos en menor cantidad de parámetros analíticos. Resaltando una (1) sola muestra de Suelo y cinco (5) de aire. Para determinar la calidad del lixiviado se utilizó el laboratorio Municipal.
12. Se deberá plantear medidas de mitigación al ensanche del Rio Alpacoma y la planchada construida aguas abajo del área de represamiento 3, una vez concluido los trabajos de contingencia.	X				Se mitigó el ensanche de la quebrada Alpacoma. En las inspecciones al RSNJ se comprobó la canalización de su curso desde aguas arriba hasta más allá del límite Este.
13. No podrán ser paralizados los trabajos en el área de represamiento 1 y 2 toda vez que, son las últimas obras antes de llegar al rio Achocalla, puesto que, debido al reencauce del cuerpo del agua existe descarga de aguas del rio Alpacoma al rio Achocalla.				X	No se conoce de alguna paralización de las áreas de represamiento 1 y 2. El MMAYA evidenció la descarga de lixiviado por empleo de una tornamesa a la quebrada Alpacoma.
14. Se debe presentar un cronograma de trabajo para las tres áreas de represamiento, en la cual se detallen las siguientes actividades: * Elaboración de queques * Disposición final de queques * Disposición final de residuos * Construcción de diques * Construcción de pozos de monitoreo			X		Debido a los bloqueos suscitados por los comunarios no se ha podido continuar con los trabajos. En la intersección no se tomó ningún tipo de muestra. Se realizarán de acuerdo a cronogramas, se estima concluirlas en 10 días.

* Análisis de aguas que salen de las obras de represamiento y llegan al cauce del rio Achocalla * Puntos de toma de muestra * Frecuencia de Monitoreo de aguas, entre otros					No se evidencia la construcción de pozos de monitoreo reportados en el Plan de Contingencias.
15. Se debe presentar los resultados de laboratorio que demuestren que las aguas del Rio Alpacoma no se mezclen con los lixiviados.	X				Se evidencia la existencia de reportes analíticos de aguas abajo de la quebrada Alpacoma sobre el río Achocalla en las coordenadas 19K 0594783; 8168660.
16. Se solicita presentar la calendarización de llenado de la celda 11, ya que la vida útil de la celda 11, que está siendo operada actualmente para la disposición de los residuos sólidos, se ha reducido por las obras de estabilización.		X			EL GAMLP no presento la calendarización, refiriéndose que la celda se llama: Celda 11 - Fase III, no Macrocelda. La Secretaria Municipal de Gestión Integral de Riesgos (SGMIR) elaborara informe de la estabilidad de la celda; trabajo que no estaba listo hasta el 12/02/2019.
17. Se debe mejorar y concluir el drenaje pluvial perimetral a las Macroceldas; toda vez que todavía no se concluyó la construcción e impermeabilización de las cunetas.			X		Se cumplió extemporáneamente, los canales del sistema pluvial no contaban con material impermeable hasta el 4/02/2019, por las condiciones climáticas. En fecha 12/02/2019 tampoco se reinició dichos trabajos. Por inspecciones propias de la auditoria, este trabajo tuvo un avance hasta principios del año 2020.
18. Se solicita remitir el Plan de Monitoreo del relleno Sanitario Nuevo Jardín, para los factores agua, aire y suelo; el mismo debe incluir mínimamente, puntos de monitoreo, parámetros a ser analizados, frecuencia de monitoreo, cronograma de ejecución, entre otros para los factores agua; aire y suelo.			X		Se ejecutó un programa de monitoreo con un alcance particular, aprobado por la AACD. El alcance de este plan fue reducido en su alcance de 15 parámetros para análisis de suelos, se analizaron sólo 8. De 27 parámetros aprobados para análisis de aguas subterráneas y superficiales, se analizaron 13 parámetros. Para evaluar los suelos se colectó una sola muestra y para el lixiviado dos muestras.
19. Se debe presentar los estudios de estabilidad de taludes de todo el relleno. Inspección 2da – 7ma de 23/01/2019.		X			En el Plan de Contingencias Específico se presenta un estudio de estabilidad para la celda 11.

Tabla B-4 Inspección 8va

Inspección 8va 28/02/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	

1. Se debe informar a la AACN, sobre la nueva celda para la disposición de Residuos Sólidos, capacidad volumétrica, dimensiones, diseño, estudios de suelos, entre otros, puesto que, la vida útil de la celda 11 concluyo.				X	No existe evidencia de una respuesta en el alcance de la Instrucción de la AACN.
2. Informar cuales son los nuevos criterios para el dimensionamiento en las tuberías de recolección de lixiviados en la nueva celda de emergencia, puesto que, son de mayor diámetro.		X			No informan los criterios técnicos utilizados.
3. Se debe informar sobre cuando y como se concluirá la estabilización del muro de la celda 11.	X				En la celda 11 aún se está trabajando en la estabilización del muro.
4. Se debe construir drenajes para biogás en las Macroceldas 3 y 2; así mismo se debe monitorear las emisiones fugitivas semanalmente.		X			Hasta el 1/03/2019 se evidencia que en las Macroceldas 3 y 2 no se ejecutaron las chimeneas de biogás.
5. Se debe presentar el cronograma de evacuación de queques en el área de represamiento 3 (confluencia rio Achocalla).				X	No se tiene evidencia de la presentación del cronograma. De la inspección se observó la evacuación de queques del dique 3.
6. Informar cómo se están realizando los controles de vectores, así mismo se deberá presentar cronograma de fumigación y las características del producto.				X	No se evidencia la existencia de un cronograma e informes del control de vectores.

Tabla B-5 Inspección 9na - 10ma

Inspección 9na - 10ma 15/03/2019 - 05/04/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. Deben ser impermeabilizados los canales pluviales con el fin de evitar infiltraciones de aguas pluviales a las celdas.				X	No se tiene evidencia de la impermeabilización de canales pluviales de las celdas.
2. Se recomienda que la conformación de taludes cuente con la relación 3H: 1V.		X			La relación de taludes conformados es de 2H: 1V.
3. Las nuevas Macroceldas deben contar con un sistema de	X				Instrucción genérica recordatoria. Se aclara que se habilitaron nuevas celdas y no así Macroceldas.

impermeabilización, cumpliendo con la Norma Boliviana.					
4. Se debe adjuntar copia de la Licencia Ambiental que autoriza los trabajos de la fase V, celda 14, estanques de almacenamiento de lixiviados, entre otros.		X			En la Licencia Ambiental N° 020101-10-DAA-1617/10, la AACN no figura trabajos de la Fase V, celda 14 y estanques de almacenamiento.

Tabla B-6 Inspección 11ma

Inspección 11ma 24/04/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. Todos los captadores de biogás deben estar adecuadamente diseñados, de tal forma que los mismos no se encuentren en los taludes de las celdas y los mismos no se encuentren conteniendo lixiviado, lo cual prevendría la emisión de fugas fugitivas, en las celdas.			X		La empresa está reponiendo los captadores de biogás, dentro del Plan de contingencia teniendo plazo hasta el 15 de junio de 2019. El MMAYA evidencia en la Macrocelda 4: Las salidas fugitivas de biogás en la superficie de la celda, mediante el burbujeo del agua acumulada en la superficie. Durante las inspecciones propias del equipo auditor se verificó la existencia de 76 captadores de Biogás.
2. Se debe respetar la relación 3 a 1 para la conformación del talud en la celda implementada y las que se encuentran en proyección; aspecto que no se evidencia en las celdas 11, 3 y la Macrocelda 4.		X			Los taludes de la celda 3 y 11 no tienen relación 3:1. Se realizó el refuerzo de la celda 11- fase 3, entre el 03 al 08 de marzo, la celda 11 (fase 2), las tareas en la misma aún no se concluyeron.
3. La celda de patógenos debe tener un adecuado resguardo y cerco, toda vez que implica un riesgo importante en el RSNJ.		X			De acuerdo a la información proporcionada por la AACN, el área de la celda de patógenos no se encuentra totalmente cercada
4. La celda 14b debe contar con impermeabilización adecuada para la disposición de residuos; debido a que se continúa depositando residuos en el área. Se debe contar con la impermeabilización de manera previa y no llegar al límite del área que se encuentra con la cobertura		X			De acuerdo con la información proporcionada por la AACN, en la celda 14b no cuenta con recubrimiento de geomenbrana en su totalidad.

correspondiente, para luego implementar la impermeabilización.					
5. Debe ser nivelado el coronamiento de los estanques EG -7 y 8, toda vez que se tiene la posibilidad de derrames de los lixiviados contenidos en los mismos.	X				Se niveló el coronamiento de los estanques
6. El GAMLP debe informar en el marco de la Licencia Ambiental, se estarían llevando las obras de implementación de celda 15 y el movimiento de tierra y arcillas, entre otros.		X			La celda 15 no está dentro del alcance de la Licencia Ambiental permanente.

Tabla B-7 Inspección 12da

Inspección 12da - 14/05/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. En la celda 14b, se evidenció, que no se está realizando la cobertura diaria con material terreo, exponiendo los residuos al ambiente y como consecuencia se verifico la presencia de vectores en el área.		X			El MMAYA evidenció que no existen trabajos de cobertura diaria con tierra en la celda 14b que se encuentra actualmente en operación. El GAMLP informó que se adecuarán lo residuos de la celda 14b y se colocará la cobertura para el control de vectores, y se realizará de manera paulatina.
2. En la Macrocelda 4 se evidencio fugas de biogás en muchos sectores de esta área, si bien se reconformo los taludes y banquinas, no se pudo constatar un buen funcionamiento del sistema de captación de gas, verificando el escape del mismo, en distintos lugares de la macrocelda, y en algunos lugares con quema del mismo.		X			Revisada la documentación presentada a la auditoria, No se presentó a la AACN, los informes de monitoreo de las emisiones fugitivas de Biogás.
3. En la Macrocelda 3, no se evidencio personal que efectué trabajos de mantenimiento para la captación de lixiviados. Se evidencia afloramientos de los mismos en los taludes. Los pozos de control se encuentran anegados		X			De acuerdo a la información proporcionada el MMAYA evidenció que no existe personal de la empresa que se encuentre trabajando en los sistemas de drenaje para lixiviado.

con lixiviado. Los canales de captación en la base de los mismos, se encuentran sin mantenimiento para una mayor fluidez del líquido.					
4. Se debe realizar la nivelación del coronamiento del estanque de lixiviado EG-8, donde se evidencio que existe un desnivel en el coronamiento.	X				Se observa un desnivel en la conformación de las paredes en el estanque 8, por lo que se instruyó a la empresa a nivelar la altura de las paredes en los EG-7; EG-8; EG-9.
5. Se verificó que se continúan realizando trabajos para la habilitación de la celda 15 que se encuentra fuera del predio del Relleno Sanitario y fuera del contexto de la Licencia Ambiental, de acuerdo a los encargados, estos terrenos se encuentran en proceso de adquisición.		X			El terreno está en proceso de compra por parte de la Empresa TERSA S.A., razón por la que no cuenta con la licencia ambiental respectiva, siendo la celda 15 irregular.

Tabla B-8 Inspecciones 13ra

Inspecciones 13ra 27/05/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. La celda 14b, debe contar con cobertura diaria de tierra para mitigar los olores y proliferación de vectores.		X			El MMAYA verificó la falta de cobertura diaria de los residuos domésticos con tierra en la celda 14b., por lo que no se estaría controlando la proliferación de olores y vectores.
2. EL GAMLP debe informar en el marco de que Licencia Ambiental, que se estarían llevando las obras de implementación de celda 15 y el movimiento de tierra y arcillas, puesto que, a la fecha la AACN no tiene conocimiento de documentación, además, documentación legal que acredite derecho propietario, de los predios donde se ubica la celda 15		X			La construcción de la celda 15 se encuentra fuera de los predios del Relleno Sanitario. No está autorizada por su Licencia Ambiental. A la fecha de la inspección por el MMAYA la celda ya se encontraba adecuada para ser impermeabilizada con geomenbrana y geotextil. Tiempo de vida útil: aproximadamente 4 meses. Personal de la empresa TERSA S.A., explicó que cada celda contará con 7 a 8 captadores de biogás. La empresa TERSA presentó la autorización del uso de áreas de los comunarios, la compra de los terrenos está en proceso.
3. Se evidencia afloramiento de lixiviados en los pies de talud y taludes de las Macroceldas 2 y 3, debido a que el sistema de captación no se encuentra funcionando de manera adecuada.		X			En las Macroceldas 2 y 3, la AACN verificó afloramiento de lixiviado en los taludes. No se identificó zanjas de drenaje de lixiviados a los pies de los taludes de las Macroceldas 2 y 3. Hasta la Fase 2 (feb/2020) se encontraban

No se evidencio personal que se encuentre realizando trabajos, de construcción y mantenimiento del sistema de lixiviados.					realizando trabajos del drenaje de lixiviados en el RSNJ.
4. Se identificó que aún continúan las fugas de biogás por los pozos de control de lixiviado, como por las grietas de la banquina 5, si bien la empresa TERSA está realizando la reposición de captadores de biogás en las Macroceldas 2 y 3.			X		La Empresa realiza como última actividad la reposición de captadores de biogás.
5. Se debe monitorear el testigo de yeso, puesto que, al verificar su estado que se colocó en fecha 14 de mayo del 2019, se identificó que se encontraba rota; lo que da presumir que existe un movimiento de la masa de residuos.	X				De acuerdo con la Empresa TERSA S.A., se hará seguimiento a la banquina 6, para verificar si tiene agrietamientos posteriores.
6. Se verifico movimiento de tierras detrás de la Dorsal Sur, cuyo objetivo era mejorar la estabilidad del relleno sanitario, el cual se encuentra fuera de los predios del Relleno, realizando el refuerzo de la Dorsal Sur.		X			Se evidencio que es una actividad sin planificación. Para justificar la empresa TERSA presentó la autorización del uso de los comunarios, la compra de los terrenos está en proceso.
7. Debe ser nivelado el coronamiento de los estanques EG -7 y 8, toda vez que se tiene la posibilidad de derrames con los lixiviados con tenidos en los mismos.			X		Continúa el desnivel del coronamiento, de los estanques EG 7, EG 8 y EG 9. El SIREMU instruyó a la empresa TERSA nivelar el coronamiento de los estanques.

Tabla B-9 Inspecciones 14ta

Inspecciones 14ta 13/06/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. EL GAMLP debe informar en el marco de que Licencia Ambiental, se estarían llevando a cabo obras de implementación de celda 15 y el movimiento de tierra y arcillas, a la fecha la AACN no tiene conocimiento de documentación legal que acredite derecho propietario, de los predios de la celda 15.		X			La celda 15 no está dentro del alcance de la Licencia Ambiental permanente. La celda 15 se encuentra en proceso de impermeabilización de acuerdo a personal de SIREMU. En esta celda se dispondrá los residuos restantes producto del deslizamiento (aproximado 40.000 m^3, según el informe MMAYA 2015/2020).

2. Deberán remitir el estudio de estabilidad de taludes, ya que, no se cuenta con un documento aprobado; si bien se ha realizado el peinado de taludes y conformación de banquinas en todas las Macroceldas.		X			En las Macroceldas 3 y 4 se evidencio el peinado de taludes y conformación de banquinas; sin embargo, no se cuenta con un documento aprobado de estabilidad de taludes. Se aclara que todas las banquinas y taludes se encuentran peinados y no solo de las MC 3 y 4
3. Se evidencia afloramiento de lixiviados en los pies de talud y taludes de las Macroceldas 2 y 3, debido a que el sistema de captación de lixiviados no se encuentra funcionando.		X			No se identificó zanjas de drenaje de lixiviados a los pies de los taludes de las Macroceldas 2 y 3.
4. Se evidencia trabajos de cobertura en la Celda 14b respecto a la inspección en fecha 27/05/2019 donde no contaba con cobertura terrea. Se debe corregir la posición de la chimenea en la Celda 14B, puesto que, este captador de biogás se encuentra inclinado.			X		En la celda 14B se evidencia cobertura en los taludes con material terreo; asimismo, se verifico que la tubería de recolección de biogás se encuentra inclinada. Se corregirá la tubería de los captadores de biogás una vez se cierre la celda 14b.
5. Se debe adjuntar los resultados obtenidos del monitoreo de lixiviados realizado por el Laboratorio Municipal		X			No se reportan resultados obtenidos del monitoreo de lixiviados.

Tabla B-10 Inspecciones 15ta

Inspecciones 15ta 04/07/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. El GAMLP no dio atención a la observación de los captadores de Biogás de la celda 14 (b), los cuales se encuentran dispuestos de forma inclinada, observación realizada en fecha 18/06/19.		X			De las inspecciones posteriores de la auditoría ambiental, se verifico la posición inclinada de los captadores de biogás de la celda 14 (b).
2. El GAMLP, tiene que concluir con los trabajos de conformación de talud en la Celda 14B, puesto que, durante la inspección no se observó trabajos de conformación del talud			X		Se verifica su cumplimiento extemporáneo.

y en fecha 18 de junio la celda dejo de operar.					
3. Se observó afloramiento de lixiviado en el talud de la celda 14 (b).			X		Se verifica su cumplimiento extemporáneo.
4. Se observó el afloramiento de lixiviado en la banquina N. 6			X		Se verifica su cumplimiento extemporáneo.
5. Se evidencio la falta de mantenimiento de los drenajes pluviales y de lixiviados, Banquinas No. 6 No. 2 y No. 3.			X		Se verifica su cumplimiento extemporáneo.
6. No se culminó trabajos del captador de biogás (banquina Nº 6), donde se colocó un testigo, asimismo se presentan grietas en la banquina.			X		Se verifica su cumplimiento extemporáneo.
7. Se deberá solicitar al GAMLP, la Licencia Ambiental, así como la acreditación del derecho propietario, de la Celda 15 que se encuentra operando.		X			La celda 15 no está dentro del alcance de la Licencia Ambiental aprobada por la AACN. En esta celda se dispone 647 ton/día de acuerdo al reporte de SIREMU.
8. Se observó que aún se encuentran dispuestos los residuos de la contingencia sin cobertura alguna, en el área de los Estanques EG-6 y estanque anaerobio, oficinas y laboratorio de tratamiento de lixiviado.		X			Los residuos continúan sin cobertura.
9. Se debe reiterar la nivelación de los estanques EG - 7, EG - 8, y EG - 9.			X		Se verifica su cumplimiento extemporáneo.

Tabla B-11 Inspecciones 16ta

Inspecciones 16ta, 24/07/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. Se evidencio que en la celda 15 no se está realizando la cobertura diaria con material terreo, puesto que se encuentra en operación.		X			De acuerdo a la información proporcionada a la auditoria, se observa que en la celda 15 no se está realizando la cobertura diaria con material terreo.
2. El GAMLP debe informar en el marco de que Licencia Ambiental realiza esta actividad (celda 15). Así		X			La celda 15 no está dentro del alcance de la Licencia Ambiental aprobada por la AACN. Se observa la falta de acreditación del Derecho propietario.

mismo debe acreditar el Derecho propietario.					El GAMLP justifica que El RSNJ cuenta con Licencia Ambiental vigente hasta octubre del 2020. Se remitirá la información Solicitada; sin embargo la GAMLP no se refiere a la celda 15.
3. Se observó que aún se encuentran dispuestos los residuos de la contingencia sin cobertura alguna, en el área de los Estanques EG-6 y estanque anaerobio, oficinas y laboratorio de tratamiento de lixiviado.		X			Los residuos continúan sin cobertura.
5. Se verifico que el banco de queques, se encuentra fuera de los predios del RSNJ, sin la implementación de las medidas ambientales: Impermeabilización, cobertura, sistemas de drenaje pluvial, entre otros.		X			La construcción del banco de queques se encuentra fuera de los predios del Relleno Sanitario. No está autorizada por su Licencia Ambiental.
6. Aún continúan los afloramientos de lixiviado en la Banquina 6. Falta los trabajos de mantenimiento de los drenajes de lixiviado en la banquina.			X		Se verifica su cumplimiento extemporáneo.
7. Se observa aún los captadores de biogás de la celda 14 (b) de forma inclinada.		X			A la fecha siguen inclinados.
8. Se debe conformar y peinar el talud de la celda 14 b.			X		Falta realizar trabajos de peinado de talud.

Tabla B-12 Inspección 18va

Inspección 18va - 07 de agosto de 2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**NA**	
1. Se debe recomendar al GAMLP realizar el mantenimiento de la cobertura terrea, peinado de taludes, mantenimiento de drenaje para lixiviados y biogás de la celda 14 b, debido a que se encontraron residuos expuestos que producen malos olores y proliferación de vectores.		X			Los residuos expuestos se deben a los trabajos de corrección de captadores de biogás.
2. Se debe realizar la cobertura diaria con material terreo en la					Los residuos de la celda 15 llegaron a nivel de coronamiento, no se encuentran con

celda 15, donde se verificó su ausencia, generando la proliferación de vectores.		X			cobertura diaria. Durante las inspecciones propias de la auditoria continuaba dicha celda con los residuos expuestos.
3. Se debe solicitar al GAMLP remita los ensayos de soldaduras del sistema de impermeabilización.		X			De acuerdo a la verificación del AACN, los niveles 2 y 3 de la celda 15 se encuentran sin impermeabilización.
4. El GAMLP deberá remitir la información de los estanques EG-5, EG-6, EG-7, EG-8, estanque aerobio y de rechazo, aljibes entre otros, a causa de que el Estanque EG-9 colapsó y que en la inspección se evidenció el cese del trasvasado de líquidos lixiviados y al existir una generación diaria de lixiviados, al no contar con nuevos estanques para almacenamiento.		X			No se remite información.
5. Se debe recomendar al GAMLP remita el diseño e implemente una nueva planta de tratamiento de lixiviados, dado que, la Planta de Tratamiento de Lixiviados aún no fue rehabilitada.		X			No se remite el diseño y no se implementó la Planta de tratamiento de lixiviados.
6. Se recomienda solicitar al GAMLP el cronograma de disposición de residuos en celdas del área de los Estanques EG-6 y anaerobio, en vista de que aún se encuentran expuestos sin cobertura alguna.		X			No se remite cronograma.
7. Se debe reportar, la ubicación del nuevo banco de queques, los volúmenes depositados, las técnicas (si cuenta con impermeabilización, alturas de talud, superficie, conformación de banquinas, entre otros) y las medidas ambientales adoptadas, debido a que en el área de la celda 14A, se evidencio la disposición de queques.		X			No se evidencia la existencia de un reporte.
8. El GAMLP deberá remitir el Monitoreo de las emisiones de las fugas fugitivas, porque en la banquina 5 se evidenció fuga de biogás.		X			No hay evidencia de la remisión del monitoreo.

9. Se recomienda efectuar un mantenimiento al sistema de drenaje de lixiviados, debido a los afloramientos en los taludes y en la banquina 5.		X			Se evidencio que no existe mantenimiento de los canales de captación de lixiviados en la banquina 5.

Tabla B-13 Inspección 19na

Inspección 19na - 07/08/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**NA**	
1. Se indica al GAMLP que el mantenimiento de los drenajes debería ser de manera permanente, independientemente si es época de lluvia o seca, en razón de que la infiltración de aguas de lluvia en las Macroceldas aumentará la generación de lixiviados y sobresaturará los mismos, aspecto que debería ser tomado en cuenta. Debido a que el GAMLP señala la voluntad de realizar el mantenimiento de los sistemas de drenaje superficial y que el mismo sería realizado a inicio de la época de lluvia**.**			X		Se dio el cumplimiento extemporáneo. A la fecha de inspección el mantenimiento de los drenajes pluviales es deficiente, observándose sedimentos en el canal y ruptura en geomenbrana.
2. Los lixiviados deberían ser captados al pie de cada talud y por el drenaje en el nivel de desplante, lixiviados proveniente del afloramiento en taludes entre las banquinas 3-4 y 4-5, a objeto de garantizar la estabilidad de los mismos y así evitar riesgos de desmoronamiento de celdas con contenido de residuos sólidos.		X			La AACN observó filtraciones de lixiviados en los taludes que soportan la banquina 6,5,4,3 y 2, en mayor proporción se visualiza el afloramiento de lixiviados en las banquinas 5 y 4
3. Las banquinas y taludes en el Relleno Sanitario no se encuentran concluidas. Sin embargo, según lo especificado por el GAMLP las mismas ya se habrían concluido conforme lo establecido en el Plan de Contingencias. En ese sentido, se debe reportar el cronograma de			X		Según la AACN no se concluyó la conformación de banquinas y taludes en general. Según el GAMLP conforme al Plan de Contingencias específico se ha concluido con la conformación de banquinas y taludes, a la fecha de la presente inspección.

mantenimiento de taludes y banquinas.					En las inspecciones realizadas por la auditoria se evidencia el cumplimiento extemporáneo.
4. Los taludes que se conformaron producto de la contingencia de enero requieren adecuaciones y mantenimiento ya que al ser en algunos puntos conformados sobre el mismo deslizamiento los residuos quedan expuestos para su degradación. Se observó en algunos taludes y banquinas que aún no se terminaron de perfilar, no tienen una pendiente óptima.			X		A fines del mes de febrero se terminó la conformación de taludes en el RSNJ. De acuerdo a la opinión de la AACN los taludes no tienen pendiente óptima. Prevé la degradación por causa de las lluvias cubriendo con geomenbrana la superficie de las celdas con residuos sólidos, a excepción de las celdas 14b y 15.
5. Se debe señalar la fecha de conclusión de las obras, toda vez que a la fecha ya se debería contar con un sistema en total funcionamiento, que evite la acumulación de lixiviados en sectores no adecuados, y así también optimice la captación de los mismos de manera efectiva, habilitar sistemas de captación de lixiviados o bombeos para el almacenamiento con el fin de evitar sobresaturaciones de lixiviado en las banquinas y taludes, se recomienda se haga un seguimiento constante y evacuación de lixiviados en los taludes y banquinas, dado que, el sistema de captación de lixiviados superficial, semiprofundo y profundo en el nivel de desplante de los taludes, no están concluidos razón por la cual no estarían cumpliendo con su función.		X			No presentan la fecha de conclusión de obras y el cronograma respectivo.
6. El GAMLP indica "El sistema de drenaje superficial, profundo y semiprofundo (captación, conducción, drenajes transversales) de las banquinas se encuentra en proceso de construcción a través de un proyecto presentado por la empresa, conforme al manual de operaciones del RSNJA, las		X			No se evidencia la presentación de un proyecto de sistema de drenaje superficial, profundo y semiprofundo. Por tanto, estas actividades no se encuentran aprobadas por la AACN.

emisiones fugitivas que se presentan esporádicamente son controladas según procedimientos recurrentes".					
7. Se recomienda mejorar el control de establecimiento de captadores de biogás, habilitar los que fueran necesarios según norma, así también realizar un mantenimiento de los mismos, ya que algunos se encontraban anegados de lixiviados. Realizar un monitoreo constante de la aparición de fisuras con el objetivo de evitar emisiones fugitivas. Es necesario evaluar la estabilidad en los taludes, dado que existen captadores de biogás en los taludes, lo que evidencia una mala planificación respecto a la ubicación de los captadores de biogás			X		En los taludes de las banquinas 5 y 4, se observa captores de biogás. Una vez impermeabilizado el RSNJ con geomenbrana se reacondicionó y redujo los 76 captadores de biogás que fueron verificados por el equipo auditor. También se evidenció la existencia de un par de captadores de biogás que se encontraban ubicados en los taludes del RSNJ. No se encuentra evidencia sobre la evaluación de la estabilidad de los taludes.
8. Se debe realizar un control con indicadores cuantificables sobre la estabilidad de los taludes, en razón de que existe grietas o fisuras en los taludes, dichos hallazgos se relacionan con la estabilidad de los taludes; este control deberá ser minucioso en época de lluvia.			X		La dirección General de Gestión de Riesgos del GAMLP, implemento varias líneas de control a lo largo del RSNJA. No se verifico la existencia de reportes de monitoreo de estabilidad de taludes.

Nota. - Durante la inspección no se visitó la planta de tratamiento de lixiviados, no obstante, la misma se encuentra en proceso de rehabilitación. Sin embargo, la AACN afirma que la Planta de Tratamiento de lixiviados no se encuentra rehabilitada. En fechas posteriores (05/12/2019), el equipo auditor evidenció que la PTL todavía no estaba funcionando.

OBRAS COMPLEMENTARIAS EN EL RSNJ					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
9. Las Obras complementarias se encuentran fuera del RSNJ, las cuales no cuentan con LA y deben ser tramitadas por el GAMLP porque fueron reportadas en el Plan de Contingencias.		X			No presentan evidencia del trámite instruido.

10. Se debe acreditar el derecho propietario y/o convenios de todas las áreas intervenidas, como ser las obras complementarias, bancos de préstamo de material terreo, banco de queques, entre otros, mismas que son parte del Relleno Sanitario Nuevo Jardín.		X			El GAMLP indicó que el Derecho Propietario de las 4 hectáreas donde se implementaron las obras complementarias, es de la Empresa TERSA S.A.; sin embargo no se presentó la documentación que acredite dicho derecho propietario.
11. Se verificó que no se cuenta con pozos de monitoreo para el control de las aguas subterráneas; en ese sentido, se debe especificar el plazo máximo en el que se realizará la implementación de los pozos de monitoreo por el GAMLP.		X			No cuentan con pozos de control de aguas subterráneas en la parte baja del área del suceso del 29/07/2019, por lo que no se realiza monitoreo.
12. Se debe dar a conocer el lugar de disposición de queques con sus características técnicas correspondientes (diseño, capacidad, entre otros), debido a que no se cuenta con un banco de queques para la disposición del material deslizado.		X			Actualmente no se cuenta con banco de queques. El GAMLP no estaría realizando un manejo adecuado de los suelos contaminados producto de la mezcla de lixiviados con material terreo deslizado. El GAMLP aclara que la supervisión y la empresa están en proceso de identificar el área para el banco de queques
13. Se debe realizar la impermeabilización de los drenajes pluviales en los estanques EG-7, EG-8 y EG-9, previendo que no exista erosión en el terreno aguas abajo.		X			Los drenajes pluviales de los estanques no se encuentran impermeabilizados. El GAMLP indica que se instruirá a la Empresa la impermeabilización de las cunetas mencionadas
14. Se debe aclarar las acciones que se están llevando a cabo para el almacenamiento de los lixiviados que se generan en la celda 15, en vista de que la capacidad total del EG-7 es de 5635 m^3 y al momento de la inspección se encontraba con un volumen de 5630 m^3; al respecto, según la información detallada el EG-7 no tiene capacidad para almacenar lixiviados por más tiempo, asimismo señalaron que no se encuentran realizando el trasvase.				X	No se tiene evidencia las acciones que se llevaron a cabo.
15. Se debe reportar la eficiencia del tratamiento anaerobio en el estanque EG-7, el tiempo de retención, calidad del efluente, entre otros.		X			No se evidencia la existencia de ningún reporte del monitoreo del tratamiento anaerobio.

16. En la celda 15 no se verificó cobertura diaria con material terreo, los residuos sólidos se encuentran expuestos, lo que derivó en la presencia de vectores (gaviotas); lo que podría derivar en una propagación más rápida y dispersa de contaminantes biológicos.		X			No se verifico la existencia de reportes de cobertura diaria de la celda 15.

Tabla B-14 Inspección 20va

Inspección 20va 22/08/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**NA**	
1. El GAMLP debe rehabilitar la Planta de Tratamiento de Lixiviados a la brevedad posible, en vista de que a la fecha los lixiviados son almacenados en estanques y aljibes.		X			No existe la rehabilitación de una Planta de tratamiento de lixiviados, compuesta por las fases biológica, y físico químicas. Solo se implementó un módulo de sedimentación en fecha diciembre de 2019.
2. Se debe corregir el nivel de la superficie donde se encuentra los 3 aljibes, área colindante al EG-7, para evitar posibles fugas de lixiviado, a la brevedad posible.			X		El área de implementación de aljibes, no cuenta con una superficie nivelada. EL GAMLP indica que se corregirá el terreno de los aljibes
3. En la celda 15 se recibió residuos sólidos del aseo urbano hasta el 20-08-2019. Actualmente recibe residuos remanentes del deslizamiento del 15 de enero de 2019. El RSNJ aún continúa operando, ya que los residuos patógenos son dispuestos en la Celda destinada para este fin.					No corresponde su verificación, toda vez que es una afirmación por parte de la AACN.

B.5 Conclusiones

Como resultado de la evaluación técnica y legal, se concluye lo siguiente:

1. Con relación a la Licencia Ambiental GAMLP, GADLP y TERSA, a partir del segundo semestre del año 2006, no consideran lo establecido en el artículo 86 del RGRS, puesto que la situación imprevista no aplica por el tiempo ampliado.

2. El artículo 20 inciso a) de la Ley 1333 señala que se consideran actividades y/o factores susceptibles de degradar el medio ambiente; cuando excedan los límites permisibles a establecerse en reglamentación expresa, los que contaminan el aire, las aguas en todos sus estados, el suelo y el subsuelo. Asimismo, la emanación de olores y PBV por exposición de los RSD al aire, generaron EDA´s en población aledaña, conjuntivitis y vectores. El artículo 21 de la Ley 1333, claramente establece que es deber de todas las personas naturales o colectivas que desarrollen actividades susceptibles de degradar el medio ambiente, tomar las medidas preventivas correspondientes.

3. El proyecto inicial presentado y aprobado por la AACN no fue ejecutado por la GAMLP y TERSA S.A, aun cuando el Representante Legal se comprometió mediante Declaración Jurada a cumplirlo en franca contravención al Reglamento General de Gestión Ambiental D.S. 24176 del 8 de diciembre de 1995, art 96°, incisos e). Asi como el GADLP, MMAYA el artículo 86 del RGGA referente a realizar los actos de inspección y vigilancia que considere necesarios en los establecimientos, obras y proyectos en que decida hacerlo, a fin de verificar el cumplimiento de la ley. Constituyéndose una infracción conforme el art. 17 parágrafo II inciso e) del Decreto Supremo 28592.

4. La GAMLP, GADLP, MMAYA y TERSA S.A. no dan cumplimiento con lo dispuesto en el artículo 100 del RPCA y NB 760, al aprobar un MA sin la presentación de un diseño, considerado por la AA como una de las causas para el deslizamiento de los RSD, en fecha 15 de enero de 2019, por la acumulación de lixiviado en la Macrocelda 4 y la inexistencia de un canal perimetral.

5. Reducida capacidad de tratamiento del lixiviado por la PTL y diferente ubicación y cantidad de estanques genero un impacto ambiental severo, directo, temporal, localizado, próximo, reversible y recuperable, contraviniendo lo establecido el art. 107 de la ley 1333 y art. 17 paragrafo II, inciso e) del DS 28592.

6. El sobrepeso de residuos sólidos domésticos y descarga de líquidos de la celda 11, Fase III dentro de la Macrocelda 4., tuvo un impacto ambiental negativo, afectando la calidad de los factores aguas y seulo; debido al evento. El GAMLP, GADLP, MMAYA y TERSA S.A no dieron cumplimiento a lo establecido en el art. 64 inc. c) del D.S 24176; art 96 inc. h) y art. 17 incisos h) e i) del D.S. 28592.

7. De la verificación de cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales previstos en la normativa vigente aplicable a la actividad ambiental, se evidencia su incumplimiento conforme se presenta de manera sistemática en la Tabla B-1.

8. Las Disposiciones emanadas por la AACN a raíz del deslizamiento, se realizaron mediante inspecciones técnicas entre el periodo del 18/01/2019 al 22/08/2019, cuya verificación de su cumplimiento en la AA, se basó a la documentación proporcionada por el MMAYA, GAMLP y TERSA, cuyo incumplimiento se expone en la Tabla B-2.

9. De la evidencia obtenida por la AA, se evidencia el incumplimiento de lo dispuesto en el art. 16 y 17 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica por parte de la empresa TERSA S.A., puesto que de la documentación enviada para su revisión no existe ningún tipo de informe de caracterización de aguas residuales crudas o tratadas emitido por un laboratorio autorizado. Asimismo, por la deficiencia en la impermeabilización de las paredes incremento al curso de agua de la quebrada Alpacoma con un grado de contaminación, que luego es descargado al río Achocalla, vulnerando lo dispuesto en los artículos 20 y 21 de la Ley 1333.

B.6 Recomendaciones

1. Hacer conocer los alcances del presente informe legal a la Autoridad Ambiental Competente a efecto de que se dé cumplimiento a lo previsto en la Ley de Medio Ambiente, su reglamentación y demás disposiciones conexas respecto a las conclusiones arribadas precedentemente y adoptar las acciones y procedimientos que correspondan.

2. Ajustar las medidas de mitigación y remediación planteadas por la AA con relación a los hallazgos identificados y los casos que correspondan, según lo informado en el reporte final de la auditoría ambiental, estableciendo plazos para su implementación, monitoreo y control.

3. En aplicación de los Artículos 97 y 98 de la Ley de Medio Ambiente, instruir al GAMLP de manera urgente el establecimiento e implementación de medidas de adecuacion ambientales que sean necesarias con la finalidad de mitigar la los impactos producidos con el objeto de evitar causar efectos negativos sobre los factores ambientales, de acuerdo a lo reportado precedentemente en el presente informe legal.

C. Dictamen de la Auditoria Ambiental

C.1 Antecedentes

La presente Auditoría Ambiental de referencia fue iniciada seis meses después de haberse suscitado el evento, de finalizar las medidas implementadas para la atención del suceso. Antes la AACN determinó el cierre de las operaciones habituales de disposición final de residuos sólidos municipales, de ese modo, de forma implícita la parte operativa y las actividades llevadas a cabo para el cierre y post cierre, que representan una responsabilidad exclusiva del Representante Legal del RSNJ son consideradas en el alcance de la AA.

De acuerdo con el Decreto Supremo N° 28499, se define la elaboración de la auditoría en tres fases, la primera de Planificación, la segunda Actividades en el Sitio a Auditar y la tercera Reporte de auditoría ambiental por peligro inminente, consistente en Informes Técnico, Legal, Dictamen y el Resumen Ejecutivo.

Como resultado de la Fase 3 y conforme al artículo 12 del Decreto Supremo N° 28499, el Dictamen debe contener: "a. Recomendaciones técnicas para la implementación de medidas de mitigación y alternativas de remediación. b. Identificación cuando corresponda de infracciones a las disposiciones legales en vigencia para que la AAC inicie las acciones legales correspondientes."

C.2 Conclusiones Generales

1. El sitio del emplazamiento del RSNJ en Comunidad de Alpacoma está caracterizado por problemas de índole geológico con suelos inestables en un 70% en esta comunidad. Contradictoriamente, en el mismo párrafo (punto 2.32.1 Descripción del Sitio de Emplazamiento, Anexo 2 del MA) se concluye que el área del emplazamiento se encuentra en un sector estable, según informes (no conocidos) de autoridades del GAMLP. En la zona, existieron deslizamientos antiguos de gran magnitud y debieron su origen a condiciones hidrogeológicas diferentes a las actuales. Los deslizamientos recientes o remociones en masa son producidos por la acción de los ríos y quebradas al pie de los taludes.
2. El área del RSNJ tiene características desfavorables para la implementación de obras civiles. El sector está caracterizado por materiales no consolidados que dan lugar a la presencia de geoformas asociadas a fenómenos de erosión hídrica severa.
3. El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz y la Empresa operadora Tersa S.A., no contaron ni cuentan hasta la fecha con un Proyecto a Diseño Final, excepto el diseño que se presentó en el Manifiesto Ambiental (MA) aprobado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA). Para la construcción de las celdas la Empresa TERSA S.A., presentaba diseños a consideración de SIREMU, quiénes después de su revisión ordenaba su construcción.

4. La propuesta de diseño de las Celdas de TERSA S.A para el RSNJ., no fueron presentadas en el trámite de las ampliaciones de plazo para las Licencias Eventuales, ni para el Manifiesto Ambiental.
5. Al inicio de las operaciones, la empresa TERSA presenta un proyecto de la Celda 3 y SIREMU lo aprueba, no era parte de la propuesta técnica del proceso de Licitación – Adjudicación.
6. La Celda Nº 3 de la Macrocelda Nº 1, no fue construida con nivel de desplante al nivel de la Formación La Paz.
7. El plano de falla del bloque desplazado fue producido por los trabajos de acarreo de residuos estables de las celdas de emergencia N° 1 y N° 2, desde la cota 3.585 msnm al nivel 3.560 msnm; en forma de talud.
8. El RSNJA carecía de obras hidráulicas de control de escorrentía superficial hacia las Celdas y Macroceldas de residuos sólidos, comprobado al inicio de las Actividades en el Sitio a Auditar. Durante el periodo de 05/11/2019 al 28/03/2020 se construyeron y adecuaron dichas obras hidráulicas para su funcionamiento en la época de lluvia (Diciembre/2019 a abril/2020) y sucesivamente.
9. El sistema de drenaje de lixiviados en el RSNJ era deficiente hasta el inicio de las Actividades en el Sitio a Auditar. Posteriormente, dicho sistema fue rediseñado y adecuado.
10. El trámite de Licencia Ambiental fue iniciado ante el Gobierno Autónomo Departamental de La Paz, bajo el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Posteriormente, fue cambiada la modalidad, justificando una "emergencia sanitaria" y se obtuvo una Licencia Eventual, aplicando el RGRS, art 86°; vigente en ese momento (2004).
11. La Licencia Eventual fue ampliada por siete (7) oportunidades consecutivas durante seis (6) años (De octubre/2004 a abril/2010), bajo la situación de emergencia, obtenida inicialmente para la operación de la Celda de Emergencia (Macrocelda 4) por un tiempo no mayor a los 10 meses. Posteriormente, la AAD concede prórrogas y ampliaciones de la Licencia Eventual autorizando la operación de las Macroceldas 1 y 2.
12. La operación del RSNJ operó de abril/2010 hasta el 27 de octubre de 2010 sin una licencia ambiental vigente.
13. El Manifiesto Ambiental aprobado no considera la evaluación de los Anexos A, B y C para los dos factores ambientales como Riesgos, Suelos y Subsuelos. Tampoco considera la aplicación de medidas de adecuación para los dos factores o su seguimiento ambiental
14. La identificación y evaluación de impactos para el factor aire define que se encuentra con límites permisibles en exceso para las concentraciones referenciales de Partículas Biológicas Viables y Olores, en tanto, las partículas suspendidas cumplen los estándares nacionales, así como los niveles de ruido.
15. Para el tratamiento del lixiviado se propone la implementación de una Planta de Tratamiento de Lixiviado (PTL) en un tiempo de 12 meses, a partir de la aprobación de su Licencia Ambiental. Este compromiso es cumplido después de 24 meses. Cuando el relleno sanitario Nuevo Jardín ya contaba con ocho (8) años de vida útil (de 2004 a 2012) y el tratamiento durante este tiempo

estuvo dedicado complementamente a la elaboración de queques con alto impacto sobre el factor suelo, generando un segundo impacto a la calidad del aire.

16. El funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Lixiviado no cuenta con información analítica sobre la eficiencia del sistema de tratamiento del lixiviado anaerobico, aerobico y fisicoquímico que podría garantizar la disposición de ese lixiviado en el suelo del RSNJ por medio del regado de vía internas y lugares de vegetación.

C.3 Conclusiones Técnicas

C.3.1 Causas del colapso

Los factores primarios en el colapso fueron:

1. La falta de control de ingeniería
2. La falta de planificación y diseño para las Celdas y Macroceldas, descritos en apartado A.3
3. Falta de comprensión del concepto de relleno sanitario y de los principios operativos.
4. La falta de apreciación de los efectos de elevación de la superficie freática de lixiviados al interior de las celdas y del ángulo de inclinación en la estabilidad de pendientes también fue evidente.
5. Las condiciones freáticas se vieron exacerbadas por las condiciones de la época de lluvias.
6. El peligro de una masa de desechos encaramado en talud sin pie de apoyo, aumentando en altura y sujeto a la presión interna de la filtración no se percibió.

C.3.2 Hidrogeología

1. Se ha establecido el desplazamiento de la pluma de contaminación en el sentido de la dirección preferencial del sistema de flujo agua subterráneo.
2. Con la escasa información existente no se pudo establecer si la pluma se encuentra en el estado Anaerobio, de Transición y Oxido Reducción.
3. El pozo de monitoreo ha interceptado altas concentraciones de lixiviado, recomendando implementar mayor numero de puntos de control aguas arriba como aguas abajo.
4. La gradiente vertical puede alcanzar la superficie, por las condiciones hidrogeológicas dadas en la zona.
5. La modelacion matemática, evidencia una zona preferencial de aguas subterránea (rango de color Rojo a Verde), ubicada en la parte inferior, de las celdas en zona Sur Oeste, especificamente a izquierda de la Doral Sur. Esta zona debe ser estudiada a más detalle recomendando una tomografía 3D, acompañada de un piezómetro multinivel.

C.3.3 Geología

1. El área de estudio en general no presenta las mejores condiciones geológicas geotécnicas para obras de un relleno sanitario por los siguientes criterios:

- El área de estudio presenta características de una intensa actividad geológica, donde se pueden observar rasgos de inestabilidad geodinámica, tales como deslizamientos, asentamientos, derrumbes, sifonamiento y otros.
- La Superficie es accidentada y abrupta con pendientes media a elevada.
- Actividad hídrica temporal, compromete la estabilidad del suelo y obras por saturación de suelos y erosión superficial intensa
- Los suelos de compactación abierta, producto de la remoción en masa presentan las mismas características por el origen de los mismos

2. El agente más importante que causa los efectos morfológicos e inestabilidad de los suelos es el agua pluvial por la intensa erosión superficial y la acción del agua meteórica, especialmente durante el tiempo de lluvias, en los meses de diciembre a marzo.
3. La erosión superficial es intensa como resultado del escurrimiento del agua pluvial en época de lluvias, que por acción mecánica socava y ensanchan sus causes, formando canales, y cárcavas profundas que buscan su nivel de base local, constituidos por el río Alpacoma.
4. El agua meteórica por acción erosiva en la zona vadosa ocasiona sifonamiento, con diámetros importantes que constituyen un peligro potencial de colapso para las celdas del relleno sanitario.
5. La saturación de los suelos por efecto del agua vadosa en época de lluvias podría incrementar la plasticidad de las arcillas, ocasionando inestabilidad en los taludes y en la misma masa del suelo ocasionando escurrimiento por fluidez.
6. Las aguas superficiales que se insumen por grietas y fracturas en los materiales deslizados, posiblemente escurren sus aguas por los planos de contacto entre suelos deslizados antiguos o nuevos con mayor o menor grado de compactación y la Formación La Paz, constituyendo potenciales planos de deslizamiento.
7. La profundidad del Nivel Freático según estudios geofísicos realizados se encontraría a una profundidad de más de 100 m. y no presenta posibilidad de contaminación de lixiviados
8. Los suelos son sueltos, muy permeables y de poca cohesión como producto de los movimientos en masa y coadyuvan el modelado y formas del terreno superficial. A mayor profundidad los sedimentos de la Formación La Paz, parecen más compactos e impermeables.
9. Los derrumbes, asentamientos y deslizamientos están relacionados con la socavación de las laderas de ríos y quebradas, que presentan en muchos casos paredes casi verticales de más de 50 m como es el caso del río Alpacoma otras quebradas, así como una posible influencia de la actividad tectónica
10. La ladera Este del río Alpacoma constituye la zona de mayor riesgo, donde se muestra la mayor dinámica geológica y se pueden observar deslizamiento y derrumbes de magnitud, colapsos y remoción en masa.
11. Recientemente se produjo un deslizamiento importante en la ladera este del río Alpacoma que afecto al camino y otras obras que evidencia el peligro potencial para la construcción de obras civiles en el área de estudio.
12. Los riesgos geológicos actuales corresponden a: caída de bloques de las partes altas de los taludes, activación o reactivación de deslizamientos (por mal diseño de taludes o falencias en la implementación de los diseños), fenómenos de remoción en masa de materiales sueltos producto de trabajos con maquinaria a lo largo de la quebrada Alpacoma.

C.3.4 Geotecnica y Geofísica

1. El análisis de las estaciones geomecánicas muestran que el macizo rocoso se comporta diferente con cada cambio en la litología, teniendo índices de RQD (calidad de descripción de la roca) de 16% en el sector de la estación EG-2, 25% en el sector de la EG-1 y 85% en el sector de la EG-3.
2. El análisis e interpretación de los datos de campo del macizo rocoso otorga a este un índice de calidad (RMR) de Clasificación III, con valoraciones entre 41-46 correspondientes a una roca de buena calidad.
3. Se efectuaron excavaciones de ocho pozos exploratorios, siete de estos alcanzaron profundidades de tres metros y uno de cuatro metros y medio. Todos ellos emplazados en afloramientos de terreno natural dentro del área del RSNJ. Tres de estos pozos se ubican en material deslizado de la Formación La Paz y cinco en depósitos in situ de esta formación.
4. Según los resultados en laboratorio las muestras corresponden en su totalidad a suelos tipo CL y SC.
5. Los ensayos SPT ejecutados in situ reportan suelos que corresponden a suelos arcillosos normalmente consolidados con consistencias blanda - rígida y a suelos arcillosos sobreconsolidados con consistencia muy rígida, con N variados, de 3 a 25 golpes.
6. Se realizó ensayos de permeabilidad in situ en dos pozos, obteniéndose resultados de coeficiente de permeabilidad (K) en el orden de 10^{-2} y 10^{-3}.
7. Se efectuaron dos análisis de cohesión (C) en dos muestras de dos pozos de exploración, los valores corresponden a arcilla semirígida.
8. Los valores de ángulo de fricción (ϕ) obtenidos en dos muestran son de 27,5 y 32 grados.
9. El peso específico de dos muestras obtenidas es de 2,023 y 2,049 kg/cm^3.
10. Se realizó un estudio geofísico por el método de tomografía electroresistiva, se obtuvieron ocho perfiles, en los cuales, por valores bajos de resistividad se puede apreciar extensas zonas saturadas y con presencia de líquidos.
11. En función a la interpretación de los perfiles geofísicos y reconocimiento de campo se programó la perforación de un pozo con el objetivo de alcanzar un nivel saturado y con presencia de líquido.
12. El pozo denominado PP-4 alcanzó la profundidad de 35 metros, cortando a los 23,0 – 25,5 metros el nivel saturado y con líquidos objetivo de la perforación.

C.3.5 Ambientales

1. La calidad del aire en el RSNJ no se encuentra impactada por partículas suspendidas totales y menores a 10 micrones (PST y PM10). Existe impacto por la concentración de Partículas Biológicas Viables (PBV) en un grado de Contaminado a Muy Contaminado. Los olores o concentración de SH_2 representa una molestia olfativa hasta el perimetro del relleno.

2. La calidad de aguas superficiales (datos oficiales presentados en los informes de monitoreo semestrales al MMAyA de la quebrada Alpacoma, puntos RA-50 y RA-100) fueron calificadas como aguas residuales con estándares de calidad en franco deterioro, por sus concentraciones de sólidos suspendidos totales (SST), aceites y grasas (A&G), DBO_5, DQO, amonio (NH_4), fósforo (P), metales pesados como arsénico (As), cadmio (Cd), hierro (Fe) y plomo (Pb), y,

particularmente, por la concentración de contaminación patógena que contiene de coliformes totales en exceso extremo a los límites permisibles.

3. La calidad de aguas subterráneas (muestras de tres (3) pozos con una profundidad de 4 metros. Datos oficiales promedio de 17 informes de monitoreo semestrales presentados al MMAyA de 2010 a 2018), sin Línea Base Ambiental (LBA), tienen excesos a límites permisibles referenciales para los parámetros de sólidos suspendidos totales (SST), DBO_5, DQO, amonio (NH_4), hierro (Fe) y principalmente coliformes con un valor de 11.000 como valor relativo e indicador ambiental, es decir, exceso al límite referencial en 11.000 veces.
4. Los resultados de monitoreo de la calidad de aguas superficiales de la quebrada Alpacoma llevados a cabo por los auditores, demuestran un deterioro incremental a su grado de contaminación en el tramo de los puntos de muestreo AG-01 AA ALPA, AG-02 AA ALPA y AG-03 AA ALPA, teniendo en cuenta que la longitud entre el primer punto y el tercero es de 2000 metros. La proporción de impacto alcanza hasta tres veces entre los dos puntos extremos, lo que implica la existencia de una fuente contaminante externa, coincidente con la parte sureste del RSNJ.
5. La pérdida de cobertura vegetal, compactación del suelo y remisión de tierra, en fauna, pudo determinar que algunas especies silvestres, como en el caso de los micromamíferos, hayan perdido su hábitat natural por las actividades constantes dentro el RSNJ. Así también, se tiene que considerar que la remoción de cobertura vegetal y las actividades diarias dentro el RSNJ han podido determinar, para algunas especies, la generación de hábitats y condiciones propicias, para la presencia de nuevas especies silvestres y exóticas invasoras.
6. Pluma contaminante. - La modelación matemática, evidencia una zona referencial de aguas subterráneas (rango de color rojo a verde), ubicada en la parte inferior, de las celdas en la zona suroeste, específicamente a la izquierda de la dorsal sur. Esta zona debe ser estudiada más a detalle recomendando una tomografía 3D, acompañado de piezómetros multinivel.

C.3.6 Salud

Se evidenció que los niños que viven en las comunidades cercanas al RSNJ no presentan alteraciones en el seguimiento de sus índices de peso y talla.

1. Los efectos de la exposición en la salud de la población aledaña al RSNJ, está en parte mediado por variables relacionadas con la condición sociodemográfica, socioeconómica y de salud (ingreso, seguro de salud, condiciones de la vivienda, nivel educativo, condiciones socioculturales, etc.) y la presencia de ladrilleras, lo cual muestra una variabilidad alta de factores de riesgo que hacen a la población residente cerca al relleno sanitario de Alpacoma sea más o menos vulnerable.
2. La población aledaña a la zona de influencia del relleno sanitario de Alpacoma y los trabajadores perciben que éste afectaría a su salud y el medio ambiente. El proceso de urbanización no planificado que ha vivido la zona en torno al relleno sanitario de Alpacoma, ha posibilitado la presencia de población en áreas que no fueron concebidas como zonas residenciales, la norma boliviana indica que no debe haber ningún tipo de urbanización a 1 km alrededor del relleno

sanitario. Por lo tanto, una fracción de la comunidad presenta desventajas en acceso a servicios públicos como agua potable y alcantarillado completo, transporte público, espacios de recreación, etc., lo que contribuye objetiva y subjetivamente a impactar su salud y la percepción que tienen sobre ella.

3. Analizando el perfil epidemiológico gran parte de la población presenta o presento síntomas de tipo irritativo de vía área, digestiva y oftalmológica que podrían estar relacionadas a la cercanía del relleno sanitario, así como al tránsito de las movilidades que generan gran cantidad de polvo, aunque también podrían estar atribuidos a la exposición a las ladrilleras de la zona.
4. El estudio de casos controles que evaluó el impacto del RSNJ en la salud de los grupos poblacionales vulnerables que viven en su área de influencia directa e indirecta determino que no existe riesgo estadísticamente no significativo, dicha conclusión puede estar solapada por la presencia de las ladrilleras.

C.3.7 Estabilidad de Taludes

Se ha presentado una metodología que permite evaluar la estabilidad mecánica en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín.

De las muestras de suelo extraídas se concluye que los suelos sobre los que se funda el relleno sanitario de son de granulometría fina, típicamente arcillas y limos de baja plasticidad.

De las diferentes calicatas ejecutadas se realizaron ensayos de humedad a diferentes profundidades encontrándose que el contenido de humedad decrece con la profundidad, lo que es de esperarse debido a que los primeros metros se encuentran en el frente de saturación debido a las variaciones climáticas y el nivel freático esta profundo (no fue detectado en ninguno de las calicatas).

El análisis de estabilidad se utilizó el programa SLIDE V.6.0 que obtiene el factor de seguridad mediante la técnica del equilibrio límite empleando la teoría de Bishop y Fellenius que satisface el equilibrio de fuerzas y momentos. Para el análisis no se consideró nivel freático y si la hipótesis de que la relación de presión de poros alcanza valores máximos de 0,4 (hipótesis que involucra la existencia de mecanismos de drenaje de lixiviados y venteo de gases y el efecto de la recirculación) y que la fuerza debida a sismo corresponde a la zona 2 de amenaza sísmica con intensidad de sobrecarga horizontal de 10%g.

Para el análisis de los taludes para las 4 secciones, más desfavorables se tomaron en consideración como mínimo requerido los factores de seguridad 1.50 para la condición estática y 1.10 para la condición pseudo-estática, esto arrojó como resultado:

- En condiciones estáticas cumple con el factor de seguridad mínimo de acuerdo a la geometría de la topografía actual.
- En condiciones Pseudo-estáticas la geometría de la topografía actual no cumple con el factor seguridad mínimo, por lo tanto, con la modificación de la geometría del talud, ancho de berma y altura de talud, a los diferentes niveles del relleno sanitario, se incrementa hasta obtener el factor de seguridad mínimo de los taludes en condiciones Pseudo-estáticas.

C.4 Recomendaciones Técnicas Para la Implementación de Medidas

(De Mitigación y Alternativas de Remediación)

Estas recomendaciones estarán planteadas en función al futuro empleo de esta infraestructura que estaría programada para su reinserción paisajista como área de recreación. Sin embargo, se plantea una interferencia (por ahora sin una clara definición), la operación del nuevo relleno sanitario Saka Churu en actual operación de ubicación muy cercana al Relleno Sanitario Nuevo Jardín en etapa de cierre y post cierre.

El actual relleno sanitario en funcionamiento emplea parte de la infraestructura del RSNJ (balanza, caseta de control, comedor, cocina, baños, duchas, caminos de acceso y vías internas). Ambientalmente, el relleno en operación tiene actualmente un grado de impacto sobre el relleno auditado, aunque podamos hacer abstracción de este hecho, las recomendaciones técnicas para la implementación de medidas de mitigación y alternativas de remediación podrían no ser aplicables en el alcance de las mismas; pero queda sin responsabilidad para la empresa auditora, ya que nos ceñiremos a los términos de referencia de la AA.

En cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 12 del Decreto Supremo N° 28499, se expresa una opinión sobre la efectividad y grado de cumplimiento de todas las medidas propuestas e implementadas en el marco de las licencias ambientales, gestión ambiental desarrollada de manera interna por la GAMLP, conforme a regulaciones nacionales y verificar el grado de cumplimiento de la normativa ambiental vigente, dentro del alcance de las medidas de mitigación y remediación:

1. El Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma resulta una segunda experiencia de disposición de residuos sólidos domésticos y asimilables en la ciudad de La Paz, la transferencia de conocimientos, manejo administrativo, técnico, científico, ambiental, seguridad industrial y mantenimiento debió aplicarse en esta segunda experiencia.

2. El cumplimiento irrestricto de la normativa ambiental en el alcance comprometido en los documentos ambientales.

3. Definición clara y precisa de la política de la disposición de la gestión del manejo de los residuos sólidos domésticos, a través de programas de comunicación a la población en general, en particular a la población circundante.

4. Considerar las medidas de adecuación adicionales propuestas en la presente auditoría dentro del Plan de Cierre de la AOP.

5. El manejo del líquido lixiviado representa un elemento altamente contaminante para el medio ambiente, su tratamiento en una Planta de Tratamiento de Lixiviado (PTL) debe garantizar su eficiencia hasta los niveles de calidad propuestos en el Manifiesto Ambiental.

6. Complementariamente, la capacidad de la Planta de Tratamiento de Lixiviado debe estar sustentada en un Balance Hídrico actual a su generación, considerando que el tratamiento del

lixiviado en la elaboración de queques sea una opción alternativa y no represente el mayor volumen de tratamiento, debido a que genera impactos asociados a la calidad del aire (olor) y requiere la explotación de suelo original, así como disposición impermeabilizada, incrementado los costos operativos.

7. Las medidas de mitigación y de control técnicas del RSNJ deben considerar la ejecución de estudios preliminares como la topografía; geología local, geomorfología, geotecnia; hidrología; hidrogeología y aguas subterráneas; balance hídrico; análisis de la calidad del lixiviado después de su tratamiento en la PTL; resultados analíticos de los queques para contenido de metales pesados; análisis de biogás; establibilidad de taludes artificiales de suelo natural y estabilidad de taludes de celdas y Macroceldas.

8. Una vez logrados los resultados de cada uno de los estudios se iniciaran Proyectos a Diseño Final Planta de Tratamiento Biológico y Físico Químico de Lixiviados; Sistema de Drenaje Superficial; Control de Riesgos; Reubicación y Adecuación de los Residuos Deslizados; Morfología Superficial y Cobertura Final de Celdas y Macroceldas; Parquización del Nivel Superior de Celdas y Macroceldas; Mejoramiento de Vías; Tratamiento y Disposición Final de Queques; Zona de Amortiguamiento con Especies Arbustivas; Sistema de Extracción y Evacuación de Lixiviados; Sistema de Extracción y Evacuación de Biogás.

9. Su operativización de cada uno de los diseños comprenden al funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Lixiviados; muros vertederos y obras hidráulicas; de contención; construcción de Celdas para la Disposición Final de los Residuos Deslizados; Conformación y Cobertura Final de Celdas y Macroceldas; parquización del nivel superior de Celdas y Macroceldas; conformación de capa de rodado y cunetas de vías; conformación de banco de queques; implementación de la zona de amortiguamiento con especies arbustivas; implementación del sistema de extracción y evacuación de lixviados; de biogás; construcción de pozos de monitoreo para aguas subterráneas e implementación de un plan de monitoreo de los factores ambientales.

10. Se consideran adecuados los taludes 2H: 1V para los suelos SC (Arena Arcillosa) con un alto máximo de 5.0 m y 2.5H:1V para el material de residuos sólidos con un alto máximo de 4.0 m.

11. En el sector donde se generó el derrame de la macrocelda 4, no se ha realizado la comprobación ya que no se encontró información para establecer la geometría de conformación de la misma. Se recomienda efectuar dicha comprobación.

12. Para el análisis se consideró un valor de la presión de poros (Ru) de 0.4, con recuperación de testigos para ser analizados en laboratorio que permitan determinar su valor exacto. De cualquier manera, dadas las condiciones de pluviosidad (pluviosidad baja) y la red de filtros y chimeneas colocada se espera que ese valor sea bajo. Se recomienda la instalación de piezómetros que permitirán evaluar el efecto de la recirculación de lixiviados en la presión de poros de la masa de residuos sólidos.

13. Se debe evaluar permanentemente la geometría y movimiento de los taludes del relleno sanitario, con el propósito de evaluar el cumplimiento de dicha geometría con el diseño original

o reformulado. Para ello es necesario contar con una zona segura en el relleno sanitario para la ubicación de los puntos de control de asentamientos, para que así no sufra alteraciones producto del paso de la maquinaria y que pudiese perjudicar la posición de estos.

14. El espesor del material de cobertura, debe ser colocado acorde a la norma bajo los criterios establecidos, procurando utilizar materiales de permeabilidad alta. En el caso que sea necesario aplicar una cobertura de espesor mayor, en áreas de abandono temporal, se deberá recuperar el espesor de diseño de cobertura diaria no mayor a 30 cm antes de construir una celda adyacente o superior.

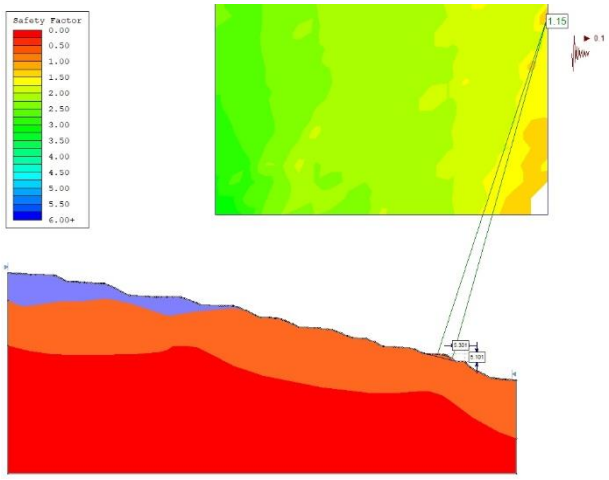
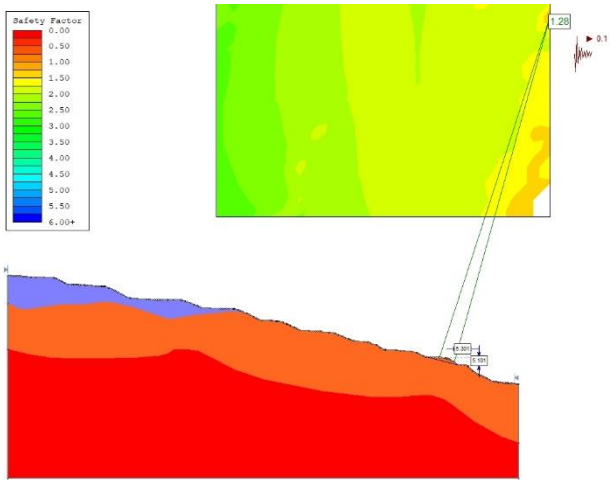
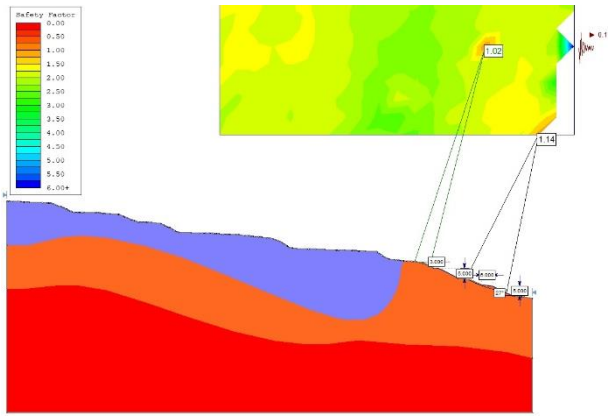
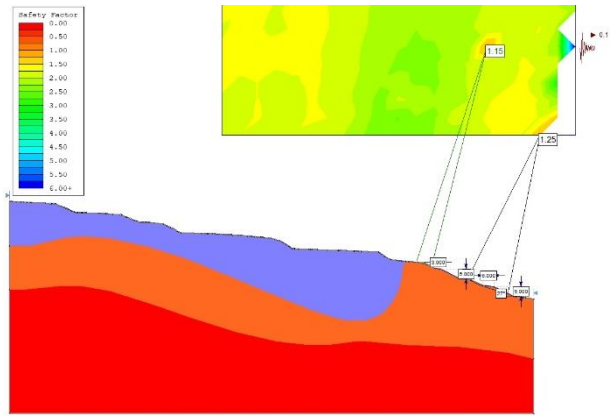
15. Se debe contar con medidas de monitoreo y control periódico, entre las que se destacan: sistemas de medidas de deformaciones tales como redes de inclinómetros y/o seguimiento de los datos aportados por redes topográficas; seguimiento en los piezómetros instalados y análisis de los sistemas de control entre los lixiviados producidos y recolectados, que permitan determinar la acumulación de líquido en el relleno; implementación de elementos de medida de presión de gases dentro del relleno, considerando como fuentes las chimeneas de ventilación pasiva; sistema de extracción forzada; superficies de cobertura; tuberías basales colectoras de lixiviado; y superficies de acumulación de lixiviados. La obtención de una base de datos con suficiente información permitiría modelar, predecir y optimizar la producción de biogás.

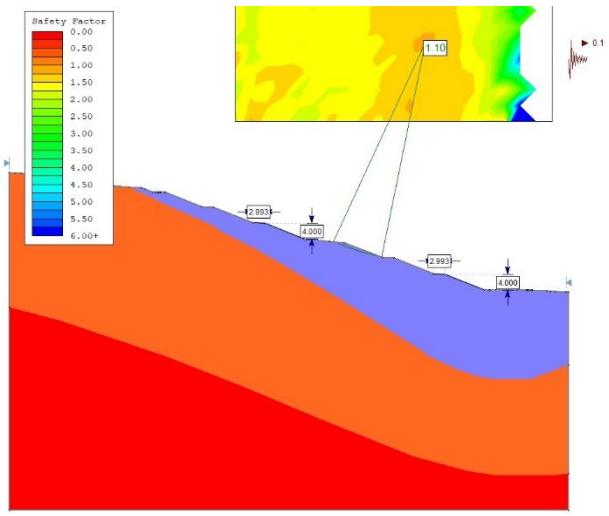
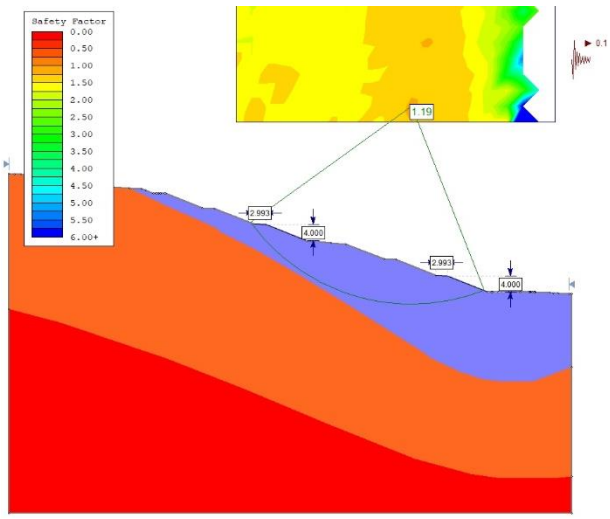
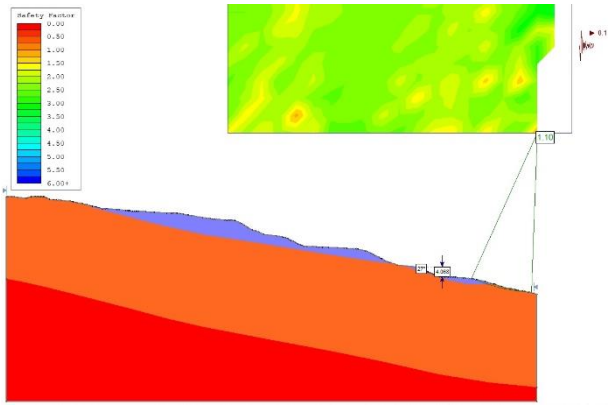
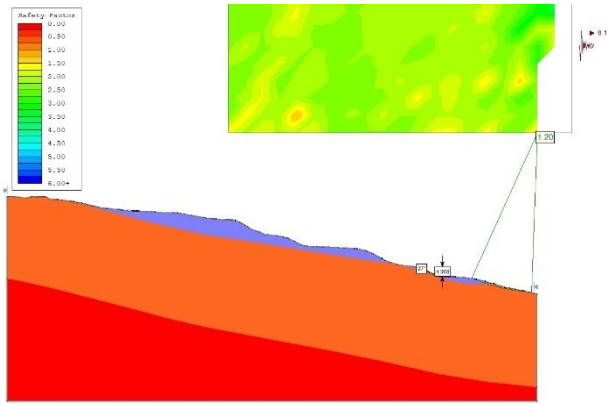
16. Implementar una Red de drenaje pluvial coronario

A Inestabilidades

Las medidas de mejora que pueden contemplarse potencialmente para aumentar la estabilidad de los taludes son diversas (micro pilotajes, entre otros). Por lo que se debe realizar un estudio técnico, económico que responda las condiciones sometidasEn nuestro caso, se tendrá en cuenta cambios en el perfil del terreno, la geometría del talud, tanto para las secciones 1-1, 2-2, 3-3 y 4-4 las que presentan mayor grado de inestabilidad al análisis Pseudo-Estático, los parámetros serán los mismos y se analizara el caso más desfavorable para un Ru=0.4.

Tabla C-1 Resultados Análisis Pseudo-estático estabilizado

Método de Análisis con Relación de Presión de Poros Ru=0.4		
Sec.	**BISHOP**	**FELLENIUS**
Sección 1-1		
Sección 2-2		

Sección 3-3		
Sección 4-4		

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior los análisis de estabilidad Pseudo-Estático del Relleno Sanitario, se observa:

1. En la sección 1-1, se mejora la estabilización con el cambio de geometría a: Talud 2H: 1V, altura h=5.0 m, berma a>5.0 m y con una pendiente de berma de 5%, en el sector de falla del primer análisis, en la segunda modelación presenta factores de seguridad para ambos métodos del orden de 1.15 y 1.28, para los análisis de ruptura en contacto critico superficial en el suelo SC (Arena Arcillosa). Los factores de seguridad son satisfactorios.

2. En la sección 2-2, se mejora la estabilización con el cambio de geometría a: Talud 2H: 1V, altura h=5.0 m, berma a>3.0 m y con una pendiente de berma de 5%, en el sector de falla del primer análisis, en la segunda modelación presenta factores de seguridad para ambos métodos del orden de 1.14 y 1.28, para los análisis de ruptura en contacto critico superficial en el suelo SC (Arena Arcillosa). Los factores de seguridad son satisfactorios. En un sector puntual de la corona

del dique se tiene un factor de seguridad de 1.02, el cual es una falla superficial que no desestabiliza a la parte sur del dique.

3. En la sección 3-3, la más crítica donde se presentó el deslizamiento de enero de 2019, se mejora la estabilización con el cambio de geometría a: Talud 2.5H:1V, altura h=4.0 m, berma a>3.0 m y con una pendiente de berma de 5%, en el sector de falla del primer análisis de todo el largo del relleno de residuos sólidos, en la segunda modelación presenta factores de seguridad para ambos métodos del orden de 1.10 y 1.19, para los análisis de ruptura en contacto critico en el material de residuos sólidos. Los factores de seguridad son satisfactorios.

4. En la sección 4-4, se mejora la estabilización con el cambio de geometría a: Talud 2H:1V y altura h=4.0 m, berma a>5.0 m y con una pendiente de berma de 5%, en el sector de falla del primer análisis, en la segunda modelación presenta factores de seguridad para ambos métodos del orden de 1.10 y 1.20, para los análisis de ruptura en contacto critico entre en el suelo SC (Arena Arcillosa) y el suelo de fundación. Los factores de seguridad son satisfactorios.

Para las 4 secciones se alcanza con el cambio de geometría un factor de seguridad objetivo mayor a 1.10, Sin embargo, se debe resaltar que tales condiciones deberán ser rigurosamente monitoreadas geotécnicamente a lo largo de toda la operación, incluso después de la clausura operacional del macizo.

C.5 Identificación de Infracciones a Disposiciones Legales

Conforme los hallazgos encontrados por la AA, se establece la infracción a las siguientes disposiciones legales:

1. Con relación a la Licencia Ambiental GAMLP, GADLP y TERSA, a partir del segundo semestre del año 2006, no consideran lo establecido en el artículo 86 del RGRS, puesto que la situación imprevista no aplica por el tiempo ampliado.

2. El artículo 20 inciso a) de la Ley 1333 señala que se consideran actividades y/o factores susceptibles de degradar el medio ambiente; cuando excedan los límites permisibles a establecerse en reglamentación expresa, los que contaminan el aire, las aguas en todos sus estados, el suelo y el subsuelo. Asimismo, la emanación de olores y PBV por exposición de los RSD al aire, lo que genero EDA´s en población aledaña, conjuntivitis y vectores. El artículo 21 de la Ley 1333 claramente establece que es deber de todas las personas naturales o colectivas que desarrollen actividades susceptibles de degradar el medio ambiente, tomar las medidas preventivas correspondientes.

3. El proyecto inicial presentado y aprobado por la AACN no fue ejecutado por la GAMLP y TERSA S.A, aun cuando el Representante Legal se comprometió mediante Declaración Jurada a

cumplirlo en franca contravención al Reglamento General de Gestión Ambiental D.S. 24176 del 8 de diciembre de 1995, art 96°, incisos e). Asi como el GADLP, MMAYA el artículo 86 del RGGA referente a realizar los actos de inspección y vigilancia que considere necesarios en los establecimientos, obras y proyectos en que decida hacerlo, a fin de verificar el cumplimiento de la ley. Constituyéndose una infracción conforme el art. 17 parágrafo II inciso e) del Decreto Supremo 28592.

4. La GAMLP, GADLP, MMAYA y TERSA S.A. no dan cumplimiento con lo dispuesto en el artículo 100 del RPCA y NB 760, al aprobar un MA sin la presentación de un diseño considerado como una de las causas para el deslizamiento de los RSD, en fecha 15 de enero de 2019, por la acumulación de lixiviado en la Macrocelda 4 y la inexistencia de un canal perimetral.

5. Reducida capacidad de tratamiento del lixiviado por la PTL y diferente ubicación y cantidad de estanques genero un impacto ambiental severo, directo, temporal, localizado, próximo, reversible y recuperable, contraviniendo lo establecido el art. 107 de la ley 1333 y art. 17 paragrafo II, inciso e) del DS 28592.

6. El sobrepeso de residuos sólidos domésticos y descarga de líquidos de la celda 11, Fase III dentro de la Macrocelda 4., tuvo un impacto ambiental, afectando la calidad de los factores de aguas, aire y suelos debido al evento. El GAMLP, GADLP, MMAYA y TERSA S.A no dieron cumplimiento a lo establecido en el art. 64 inc c) del D.S 24176; art 96 inc. h) y art. 17 incisos h) e i) del D.S. 28592. De la evidencia obtenida por la AA, se evidencia el incumplimiento de lo dispuesto en el art. 16 y 17 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica por parte de la AOP, puesto que de la documentación enviada para su revisión no existe ningún tipo de informe de caracterización de aguas residuales crudas o tratadas emitido por un laboratorio autorizado.

7. De la verificación de cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales previstos en la normativa vigente aplicable a la actividad ambiental, se evidencia su incumplimiento conforme se presenta de manera sistemática en la Tabla C-2:

AOP: Relleno Sanitario Nuevo Jardín – Gobierno Autónomo Municipal de La Paz

Tabla C-2 Verificación de cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales
(Previstos en la normativa vigente aplicable a la actividad ambiental)

DISPOSICIÓN LEGAL Y DOCUMENTOS VERIFICADOS	CUMPLIMIENTO				OBSERVACIONES Y ACLARACIONES
	SI	NO	CP	NA	
I. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES GENERALES - REGLAMENTO GENERAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (RGGA) Y REGLAMENTO DE PREVENCIÓN Y CONTROL AMBIENTAL (RPCA)					
I.10. Actualización de Licencia Ambiental, Artículos 90 y 91 del Reglamento General de Gestión Ambiental D.S. Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995		X			• No se realizó actualización de Licencia Ambiental desde 27/10/2010 a 15/01/2019.
I.11. Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP), Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas, Título II, capitulo 1, art. 15, D.S. 24176 de 8 de diciembre de 1995		X			• La LASP fue obtenida por la empresa operadora TERSA S.A. con N° de Licencia 020101-03-LASP-012-11.
I.12. Licencia ambiental o permiso especial para sitios de confinamiento de residuos peligrosos (RASP, Art. 54).		X			• No cuenta con Licencia Ambiental para confinamiento de residuos peligrosos.
I.13. Almacenamiento Residuos Peligrosos (Art. 52 y 53 RASP).		X			• La DAA no considera el almacenamiento de Residuos Peligrosos.
I.14. Documentación relacionada a implantación de sistemas de gestión ambiental interna (Art. 24 del D.S. Nº 28499 Norma Complementaria Modificatoria del RPCA, RGGA y Auditorías Ambientales).		X			• No se ejecutó un sistema de gestión ambiental interna ejecutando una Auditoría Ambiental Voluntaria (AAV).
II. REGISTROS, AUTORIZACIONES Y PERMISOS OTORGADOS POR OTRAS AUTORIDADES COMPETENTES					
II.1 Autorizaciones para el transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas (Ministerio de Gobierno) (RASP, art. 28, Ministerio de Gobierno)		X			• No se cuenta con el Registro de la Dirección General de Sustancias Controladas para la compra de sustancias peligrosas (i.e. diésel, gasolina).
III. DOCUMENTOS ESPECÍFICOS PARA SEGUIMIENTO Y CONTROL RGGA Y RPCA					
III.1 Estudio Técnico Elaborado para la Obtención de Registro y Licencia para Actividades con Substancias Peligrosas (LASP) (Art. 15 inciso d) del RASP)		X			• La AOP no cuenta con Registro y Licencia para actividades con Sustancias Peligrosas (LASP)

DISPOSICIÓN LEGAL Y DOCUMENTOS VERIFICADOS	CUMPLIMIENTO				OBSERVACIONES Y ACLARACIONES
	SI	NO	CP	NA	
III.2 Documentación sobre accidentes o incidentes en materia ambiental reportados a la AAC y sobre las medidas de mitigación o compensación realizadas (Art. 22 del RGGA).		X			• No se reportan incidentes ambientales producidos dentro de las áreas de intervención directa de la operación a la AACN, TERSA reporta los accidentes al GAMLP.
III.3 Registro Interno de Autocontrol (Art. 23 del RGGA)		X			• Tienen información prevista en la norma, deben sistematizarla y adaptarla para cumplir a la disposición legal.
III.4 Resoluciones Administrativas emitidas por AAC, por denuncia (Art. 101 de la Ley N° 1333 y Art. 83 del RGGA.		X			• No se verificó en archivos la notificación a la empresa por denuncias ambientales.
III.5 Resoluciones administrativas seguidas por AAC por infracciones a la Ley del Medio Ambiente y su Reglamentación (Art.96 y siguientes del RGGA; Art. 16 y 17 de la norma complementaria y modificatoria de Reglamentos Ambientales) D.S. Nº 28592.		X			• No se verificó en archivos la notificación a la empresa para el inicio de un proceso administrativo sancionatorio por incumplimientos a la normativa vigente.
III.6 Información sobre acciones administrativas seguidas por AACN por contravenciones a la Ley del Medio Ambiente y su Reglamentación (Art.96 y siguientes del RGGA; Art. 16 y 17 de la norma complementaria y modificatoria de Reglamentos Ambientales) D.S. Nº 28592.		X			• No se verificó en archivos la notificación a la empresa para el inicio de acciones administrativas.
III.7 Información sobre acciones seguidas contra la empresa en vía ordinaria en el marco de los Capítulos II y III del Título VIII del RGGA.		X			• No se verificó en archivos la notificación a la empresa para el inicio de acciones en vía ordinaria.
III.8 Resultados de Análisis de laboratorio autorizado para caracterización de descargas (RMCH, Art. 7, Art. 35).		X			• La AOP no reporta la calidad de descargas, particularmente del tratamiento de la PTL.

8. Las Disposiciones emanadas por la AACN a raíz del deslizamiento, se realizaron mediante inspecciones técnicas entre el periodo del 18/01/2019 al 22/08/2019, cuya verificación de su cumplimiento en la AA, se basó a la documentación proporcionada por el MMAYA, GAMLP y TERSA, cuyo incumplimiento se expone en las siguientes tablas:

Tabla C-3 Inspección 1ra – 7ma

Inspección 1ra – 7ma 18,19,23,25,28/01/2019 y 01,12/02/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. Se debe proponer un nuevo sistema de tratamiento de lixiviados que contemple las condiciones actuales del relleno, tomando en cuenta el evento suscitado.		X			No existe evidencia de una respuesta específica sobre esta temática.
2. Se debe plantear un nuevo pozo de monitoreo de aguas subterráneas y su seguimiento.		X			Mediante informe técnico 22/2019 de fecha 27/03/2019, se reporta la construcción de una calicata de donde se colecta una sola muestra de agua subterránea para análisis de laboratorio, lo que implica que no existe un seguimiento ambiental continuo a corto plazo.
3. Se deberá presentar un plano reformulado para la redistribución de las áreas del RSNJ con la ubicación del cerco perimetral.		X			No es de conocimiento un nuevo plano donde se replantee la distribución las áreas de amortiguamiento y forestales.
4. Se debe presentar la documentación del derecho propietario del área de construcción de la piscina EG-7.		X			No se presentó la documentación de derecho propietario del área donde está construida la piscina EG.7
5. Para la celda 12 ampliatoria de la Macrocelda 4, se debe realizar un estudio geotécnico para evitar nuevos deslizamientos. **Inspección 1era. 18-19/01/2019**		X			Sin verificación de su cumplimiento
6. Se solicita presentar la calendarización de llenado de la celda 11, ya que la vida útil de la celda 11, que está siendo operada actualmente para la disposición de los residuos sólidos, se ha reducido por las obras de estabilización.		X			EL GAMLP no presento la calendarización, refiriéndose que la celda se llama: Celda 11 - Fase III, no Macrocelda. La Secretaria Municipal de Gestión Integral de Riesgos (SGMIR) elaborara informe de la estabilidad de la celda; trabajo que no estaba listo hasta el 12/02/2019.
7. Se debe presentar los estudios de estabilidad de taludes de todo el relleno. Inspección 2da – 7ma de 23/01/2019.		X			En el Plan de Contingencias Específico se presenta un estudio de estabilidad para la celda 11.

Tabla C-4 Inspección 8va

Inspección 8va 28/02/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. Informar cuales son los nuevos criterios para el dimensionamiento en las tuberías de recolección de lixiviados en la nueva celda de emergencia, puesto que, son de mayor diámetro.		X			No informan los criterios técnicos utilizados.
2. Se debe construir drenajes para biogás en las Macroceldas 3 y 2; así mismo se debe monitorear las emisiones fugitivas semanalmente.		X			Hasta el 1/03/2019 se evidencia que en las Macroceldas 3 y 2 no se ejecutaron las chimeneas de biogás.

Tabla C-5 Inspección 9na - 10ma

Inspección 9na - 10ma 15/03/2019 - 05/04/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. Se recomienda que la conformación de taludes cuente con la relación 3H: 1V.		X			La relación de taludes conformados es de 2H: 1V.
2. Se debe adjuntar copia de la Licencia Ambiental que autoriza los trabajos de la fase V, celda 14, estanques de almacenamiento de lixiviados, entre otros.		X			En la Licencia Ambiental N° 020101-10-DAA-1617/10, la AACN no figura trabajos de la Fase V, celda 14 y estanques de almacenamiento.

Tabla C-6 Inspección 11ma

Inspección 11ma 24/04/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. Se debe respetar la relación 3 a 1 para la conformación del talud en la celda implementada y las que se encuentran en proyección; aspecto que no se evidencia en las celdas 11, 3 y la Macrocelda 4.		X			Los taludes de la celda 3 y 11 no tienen relación 3:1. Se realizó el refuerzo de la celda 11- fase 3, entre el 03 al 08 de marzo, la celda 11 (fase 2), las tareas en la misma aún no se concluyeron.
2. La celda de patógenos debe tener un adecuado resguardo y cerco, toda vez que implica un riesgo importante en el RSNJ.		X			De acuerdo a la información proporcionada por la AACN, el área de la celda de patógenos no se encuentra totalmente cercada

3. La celda 14b debe contar con impermeabilización adecuada para la disposición de residuos; debido a que se continúa depositando residuos en el área. Se debe contar con la impermeabilización de manera previa y no llegar al límite del área que se encuentra con la cobertura correspondiente, para luego implementar la impermeabilización.		X			De acuerdo con la información proporcionada por la AACN, en la celda 14b no cuenta con recubrimiento de geomenbrana en su totalidad.
4. El GAMLP debe informar en el marco de la Licencia Ambiental, se estarían llevando las obras de implementación de celda 15 y el movimiento de tierra y arcillas, entre otros.		X			La celda 15 no está dentro del alcance de la Licencia Ambiental permanente.

Tabla C-7 Inspección 12da

Inspección 12da - 14/05/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. En la celda 14b, se evidenció, que no se está realizando la cobertura diaria con material terreo, exponiendo los residuos al ambiente y como consecuencia se verifico la presencia de vectores en el área.		X			El MMAYA evidenció que no existen trabajos de cobertura diaria con tierra en la celda 14b que se encuentra actualmente en operación. El GAMLP informó que se adecuarán lo residuos de la celda 14b y se colocará la cobertura para el control de vectores, y se realizará de manera paulatina.
2. En la Macrocelda 4 se evidencio fugas de biogás en muchos sectores de esta área, si bien se reconformo los taludes y banquinas, no se pudo constatar un buen funcionamiento del sistema de captación de gas, verificando el escape del mismo, en distintos lugares de la macrocelda, y en algunos lugares con quema del mismo.		X			Revisada la documentación presentada a la auditoria, No se presentó a la AACN, los informes de monitoreo de las emisiones fugitivas de Biogás.
3. En la Macrocelda 3, no se evidencio personal que efectué trabajos de mantenimiento para la captación de lixiviados. Se evidencia afloramientos de los mismos en los taludes. Los pozos de control se encuentran anegados con lixiviado. Los canales de		X			De acuerdo a la información proporcionada el MMAYA evidenció que no existe personal de la empresa que se encuentre trabajando en los sistemas de drenaje para lixiviado.

captación en la base de los mismos, se encuentran sin mantenimiento para una mayor fluidez del líquido.					
4. Se verificó que se continúan realizando trabajos para la habilitación de la celda 15 que se encuentra fuera del predio del Relleno Sanitario y fuera del contexto de la Licencia Ambiental, de acuerdo a los encargados, estos terrenos se encuentran en proceso de adquisición.		X			El terreno está en proceso de compra por parte de la Empresa TERSA S.A., razón por la que no cuenta con la licencia ambiental respectiva, siendo la celda 15 irregular.

Tabla C-8 Inspecciones 13ra

Inspecciones 13ra 27/05/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. La celda 14b, debe contar con cobertura diaria de tierra para mitigar los olores y proliferación de vectores.		X			El MMAYA verificó la falta de cobertura diaria de los residuos domésticos con tierra en la celda 14b., por lo que no se estaría controlando la proliferación de olores y vectores.
2. EL GAMLP debe informar en el marco de que Licencia Ambiental, que se estarían llevando las obras de implementación de celda 15 y el movimiento de tierra y arcillas, puesto que, a la fecha la AACN no tiene conocimiento de documentación, además, documentación legal que acredite derecho propietario, de los predios donde se ubica la celda 15		X			La construcción de la celda 15 se encuentra fuera de los predios del Relleno Sanitario. No está autorizada por su Licencia Ambiental. A la fecha de la inspección por el MMAYA la celda ya se encontraba adecuada para ser impermeabilizada con geomenbrana y geotextil. Tiempo de vida útil: aproximadamente 4 meses. Personal de la empresa TERSA S.A., explicó que cada celda contará con 7 a 8 captadores de biogás. La empresa TERSA presentó la autorización del uso de áreas de los comunarios, la compra de los terrenos está en proceso.
3. Se evidencia afloramiento de lixiviados en los pies de talud y taludes de las Macroceldas 2 y 3, debido a que el sistema de captación no se encuentra funcionando de manera adecuada. No se evidencio personal que se encuentre realizando trabajos, de construcción y mantenimiento del sistema de lixiviados.		X			En las Macroceldas 2 y 3, la AACN verificó afloramiento de lixiviado en los taludes. No se identificó zanjas de drenaje de lixiviados a los pies de los taludes de las Macroceldas 2 y 3. Hasta la Fase 2 (feb/2020) se encontraban realizando trabajos del drenaje de lixiviados en el RSNJ.
4. Se verifico movimiento de tierras detrás de la Dorsal Sur, cuyo objetivo era mejorar la estabilidad del relleno sanitario, el cual se		X			Se evidencio que es una actividad sin planificación.

encuentra fuera de los predios del Relleno, realizando el refuerzo de la Dorsal Sur.					Para justificar la empresa TERSA presentó la autorización del uso de los comunarios, la compra de los terrenos está en proceso.

Tabla C-9 Inspecciones 14ta

Inspecciones 14ta 13/06/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. EL GAMLP debe informar en el marco de que Licencia Ambiental, se estarían llevando a cabo obras de implementación de celda 15 y el movimiento de tierra y arcillas, a la fecha la AACN no tiene conocimiento de documentación legal que acredite derecho propietario, de los predios de la celda 15.		X			La celda 15 no está dentro del alcance de la Licencia Ambiental permanente. La celda 15 se encuentra en proceso de impermeabilización de acuerdo a personal de SIREMU. En esta celda se dispondrá los residuos restantes producto del deslizamiento (aproximado 40.000 m^3, según el informe MMAYA 2015/2020).
2. Deberán remitir el estudio de estabilidad de taludes, ya que, no se cuenta con un documento aprobado; si bien se ha realizado el peinado de taludes y conformación de banquinas en todas las Macroceldas.		X			En las Macroceldas 3 y 4 se evidencio el peinado de taludes y conformación de banquinas; sin embargo, no se cuenta con un documento aprobado de estabilidad de taludes. Se aclara que todas las banquinas y taludes se encuentran peinados y no solo de las MC 3 y 4
3. Se evidencia afloramiento de lixiviados en los pies de talud y taludes de las Macroceldas 2 y 3, debido a que el sistema de captación de lixiviados no se encuentra funcionando.		X			No se identificó zanjas de drenaje de lixiviados a los pies de los taludes de las Macroceldas 2 y 3.
4. Se debe adjuntar los resultados obtenidos del monitoreo de lixiviados realizado por el Laboratorio Municipal		X			No se reportan resultados obtenidos del monitoreo de lixiviados.

Tabla C-10 Inspección 15ta

Inspecciones 15ta 04 de julio de 2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. El GAMLP no dio atención a la observación de los captadores de Biogás de la celda 14 (b), los cuales se encuentran dispuestos de forma inclinada, observación realizada en fecha 18/06/19.		X			De las inspecciones posteriores de la auditoría ambiental, se verifico la posición inclinada de los captadores de biogás de la celda 14 (b).

2. Se deberá solicitar al GAMLP, la Licencia Ambiental, así como la acreditación del derecho propietario, de la Celda 15 que se encuentra operando.		X			La celda 15 no está dentro del alcance de la Licencia Ambiental aprobada por la AACN. En esta celda se dispone 647 ton/día de acuerdo al reporte de SIREMU.
3. Se observó que aún se encuentran dispuestos los residuos de la contingencia sin cobertura alguna, en el área de los Estanques EG-6 y estanque anaerobio, oficinas y laboratorio de tratamiento de lixiviado.		X			Los residuos continúan sin cobertura.

Tabla C-11 Inspección 16ta

Inspección 16ta, 24/07/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
1. Se evidencio que en la celda 15 no se está realizando la cobertura diaria con material terreo, puesto que se encuentra en operación.		X			De acuerdo a la información proporcionada a la auditoria, se observa que en la celda 15 no se está realizando la cobertura diaria con material terreo.
2. El GAMLP debe informar en el marco de que Licencia Ambiental realiza esta actividad (celda 15). Así mismo debe acreditar el Derecho propietario.		X			La celda 15 no está dentro del alcance de la Licencia Ambiental aprobada por la AACN. Se observa la falta de acreditación del Derecho propietario. El GAMLP justifica que El RSNJ cuenta con Licencia Ambiental vigente hasta octubre del 2020. Se remitirá la información Solicitada; sin embargo, la GAMLP no se refiere a la celda 15.
3. Se observó que aún se encuentran dispuestos los residuos de la contingencia sin cobertura alguna, en el área de los Estanques EG-6 y estanque anaerobio, oficinas y laboratorio de tratamiento de lixiviado.		X			Los residuos continúan sin cobertura.
5. Se verifico que el banco de queques, se encuentra fuera de los predios del RSNJ, sin la implementación de las medidas ambientales: Impermeabilización, cobertura, sistemas de drenaje pluvial, entre otros.		X			La construcción del banco de queques se encuentra fuera de los predios del Relleno Sanitario. No está autorizada por su Licencia Ambiental.
6. Se observa aún los captadores de biogás de la celda 14 (b) de forma inclinada.		X			A la fecha siguen inclinados.

Tabla C-12 Inspección 18va

Inspección 18va - 07 de agosto de 2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**NA**	
1. Se debe recomendar al GAMLP realizar el mantenimiento de la cobertura terrea, peinado de taludes, mantenimiento de drenaje para lixiviados y biogás de la celda 14 b, debido a que se encontraron residuos expuestos que producen malos olores y proliferación de vectores.		X			Los residuos expuestos se deben a los trabajos de corrección de captadores de biogás.
2. Se debe realizar la cobertura diaria con material terreo en la celda 15, donde se verificó su ausencia, generando la proliferación de vectores.		X			Los residuos de la celda 15 llegaron a nivel de coronamiento, no se encuentran con cobertura diaria. Durante las inspecciones propias de la auditoria continuaba dicha celda con los residuos expuestos.
3. Se debe solicitar al GAMLP remita los ensayos de soldaduras del sistema de impermeabilización.		X			De acuerdo a la verificación del AACN, los niveles 2 y 3 de la celda 15 se encuentran sin impermeabilización.
4. El GAMLP deberá remitir la información de los estanques EG-5, EG-6, EG-7, EG-8, estanque aerobio y de rechazo, aljibes entre otros, a causa de que el Estanque EG-9 colapsó y que en la inspección se evidenció el cese del trasvasado de líquidos lixiviados y al existir una generación diaria de lixiviados, al no contar con nuevos estanques para almacenamiento.		X			No se remite información.
5. Se debe recomendar al GAMLP remita el diseño e implemente una nueva planta de tratamiento de lixiviados, dado que, la Planta de Tratamiento de Lixiviados aún no fue rehabilitada.		X			No se remite el diseño y no se implementó la Planta de tratamiento de lixiviados.
6. Se recomienda solicitar al GAMLP el cronograma de disposición de residuos en celdas del área de los Estanques EG-6 y anaerobio, en vista de que aún se encuentran expuestos sin cobertura alguna.		X			No se remite cronograma.
7. Se debe reportar, la ubicación del nuevo banco de queques, los volúmenes depositados, las técnicas (si cuenta con impermeabilización, alturas de		X			No se evidencia la existencia de un reporte.

talud, superficie, conformación de banquinas, entre otros) y las medidas ambientales adoptadas, debido a que en el área de la celda 14A, se evidencio la disposición de queques.					
8. El GAMLP deberá remitir el Monitoreo de las emisiones de las fugas fugitivas, porque en la banquina 5 se evidenció fuga de biogás.		X			No hay evidencia de la remisión del monitoreo.
9. Se recomienda efectuar un mantenimiento al sistema de drenaje de lixiviados, debido a los afloramientos en los taludes y en la banquina 5.		X			Se evidencio que no existe mantenimiento de los canales de captación de lixiviados en la banquina 5.

Tabla C-13 Inspección 19na

Inspección 19na - 07/08/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**NA**	
1. Los lixiviados deberían ser captados al pie de cada talud y por el drenaje en el nivel de desplante, lixiviados proveniente del afloramiento en taludes entre las banquinas 3-4 y 4-5, a objeto de garantizar la estabilidad de los mismos y así evitar riesgos de desmoronamiento de celdas con contenido de residuos sólidos.		X			La AACN observó filtraciones de lixiviados en los taludes que soportan la banquina 6,5,4,3 y 2, en mayor proporción se visualiza el afloramiento de lixiviados en las banquinas 5 y 4
2. Se debe señalar la fecha de conclusión de las obras, toda vez que a la fecha ya se debería contar con un sistema en total funcionamiento, que evite la acumulación de lixiviados en sectores no adecuados, y así también optimice la captación de los mismos de manera efectiva, habilitar sistemas de captación de lixiviados o bombeos para el almacenamiento con el fin de evitar sobresaturaciones de lixiviado en las banquinas y taludes, se recomienda se haga un seguimiento constante y evacuación de lixiviados en los taludes y banquinas, dado que, el		X			No presentan la fecha de conclusión de obras y el cronograma respectivo.

sistema de captación de lixiviados superficial, semiprofundo y profundo en el nivel de desplante de los taludes, no están concluidos razón por la cual no estarían cumpliendo con su función.					
3. El GAMLP indica "El sistema de drenaje superficial, profundo y semiprofundo (captación, conducción, drenajes transversales) de las banquinas se encuentra en proceso de construcción a través de un proyecto presentado por la empresa, conforme al manual de operaciones del RSNJA, las emisiones fugitivas que se presentan esporádicamente son controladas según procedimientos recurrentes".		X			No se evidencia la presentación de un proyecto de sistema de drenaje superficial, profundo y semiprofundo. Por tanto, estas actividades no se encuentran aprobadas por la AACN.
OBRAS COMPLEMENTARIAS EN EL RSNJ					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**SE**	
4. Las Obras complementarias se encuentran fuera del RSNJ, las cuales no cuentan con LA y deben ser tramitadas por el GAMLP porque fueron reportadas en el Plan de Contingencias.		X			No presentan evidencia del trámite instruido.
5. Se debe acreditar el derecho propietario y/o convenios de todas las áreas intervenidas, como ser las obras complementarias, bancos de préstamo de material terreo, banco de queques, entre otros, mismas que son parte del Relleno Sanitario Nuevo Jardín.		X			El GAMLP indicó que el Derecho Propietario de las 4 hectáreas donde se implementaron las obras complementarias, es de la Empresa TERSA S.A.; sin embargo, no se presentó la documentación que acredite dicho derecho propietario.
6. Se verificó que no se cuenta con pozos de monitoreo para el control de las aguas subterráneas; en ese sentido, se debe especificar el plazo máximo en el que se realizará la implementación de los pozos de monitoreo por el GAMLP.		X			No cuentan con pozos de control de aguas subterráneas en la parte baja del área del suceso del 29/07/2019, por lo que no se realiza monitoreo.
7. Se debe dar a conocer el lugar de disposición de queques con sus características técnicas correspondientes (diseño, capacidad, entre otros), debido a que no se cuenta con un banco de		X			Actualmente no se cuenta con banco de queques. El GAMLP no estaría realizando un manejo adecuado de los suelos contaminados producto de la mezcla de lixiviados con material terreo deslizado.

queques para la disposición del material deslizado.					El GAMLP aclara que la supervisión y la empresa están en proceso de identificar el área para el banco de queques
8. Se debe realizar la impermeabilización de los drenajes pluviales en los estanques EG-7, EG-8 y EG-9, previendo que no exista erosión en el terreno aguas abajo.		X			Los drenajes pluviales de los estanques no se encuentran impermeabilizados. El GAMLP indica que se instruirá a la Empresa la impermeabilización de las cunetas mencionadas
9. Se debe reportar la eficiencia del tratamiento anaerobio en el estanque EG-7, el tiempo de retención, calidad del efluente, entre otros.		X			No se evidencia la existencia de ningún reporte del monitoreo del tratamiento anaerobio.
10. En la celda 15 no se verificó cobertura diaria con material terreo, los residuos sólidos se encuentran expuestos, lo que derivó en la presencia de vectores (gaviotas); lo que podría derivar en una propagación más rápida y dispersa de contaminantes biológicos.		X			No se verifico la existencia de reportes de cobertura diaria de la celda 15.

Tabla C-14 Inspección 20va

Inspección 20va 22/08/2019					
Disposiciones emanadas por la AACN	**CUMPLIMIENTO**				**Verificación de su cumplimiento**
	SI	**NO**	**CP**	**NA**	
1. El GAMLP debe rehabilitar la Planta de Tratamiento de Lixiviados a la brevedad posible, en vista de que a la fecha los lixiviados son almacenados en estanques y aljibes.		X			No existe la rehabilitación de una Planta de tratamiento de lixiviados, compuesta por las fases biológica, y físico químicas. Solo se implementó un módulo de sedimentación en fecha diciembre de 2019.

I.1. Bibliografía

Ambiental

MANIFIESTO AMBIENTAL, Relleno Sanitario Nuevo Jardín, septiembre 2010.

PLAN DE EMERGENCIA PARA LA PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL, Proyecto: Relleno Sanitario Nuevo Jardín, septiembre 2004.

INFORMES DE MONITOREO AMBIENTAL, Relleno Sanitario Nuevo Jardín, 2011 – 2018

HUANG, C Y. LEE, C.C. LI, F.C., Y.P.SU, H. J. The Seasonal Distribution of Bioaerosols in Municipal Landfill Sites: a 3-yr Study. Atmospheric Environment. 36,2002.

GUIA PARA LA ELABORACION DE MANIFIESTOS AMBIENTALES, publicado por la Dirección General Impacto, Calidad y Servicios Ambientales del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, año 1998.

TOIVOLA, M. ALM, S. REPONEN, T. KOLARIC, S. NEVALAINENA, A. Personal exposures and microenvironmental concentrations of particules and bioaerosoles. Journal Environ. Monint. 4, 2002.

DOUWES, J. THORNE, P. PEARCE, N. HEEDERIK, D. Bioerosol Health Effects and Exposure Assessment: Progress and Prospects. Annal of Ocupational Hygiene. 47 (3). 2003.

RENGASAMY, A. ZHUANG, Z. BERRYANN R. Respiratory protection against bioaerosols: Literature review and research needs. AIJC State of the Science Report. 32 (6). 2004.

Salud

1 Vrijheid M. Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature. Environ Health Perspect 2000; 108: 101–12.

2 Fielder HMP, Poon-King CM, Palmer CR, Moss N, Coleman G. Assessment of impact on health of residents living near the Nant-y-Gwyddon landfill site: retrospective análisis. BMJ 2000; 320:19–23.

3 Elliott P, Briggs D, Morris S, de Hoogh C, Hurt C, Jensen TK, Maitland I, Richardson S, Wakefield J, Jarup L. Risk of adverse birth outcomes in populations living near landfill sites. BMJ 2001; 323:363–8.

4 Stehr-Green PA, Burse VW, Welty E. Human exposure to polychlorinated biphenyls at toxic waste sites: investigations in the United States. Arch Environ Health 43:420-424 (1988).

5 Janerich DT, Burnett WS, Feck G, Hoff M, Nasca P, Polednak AP, Greenwald P, Vianna N. Cancer incidence in the Love Canal area. Science 212:1404-1407 (1981).

6 Najem GR, Strunck T, Feuerman M. Health effects of a Superfund hazardous chemical waste disposal site. Am J Prev Med 10:151-155 (1994).

7 Paigen B, Goldman LR, Highland JH, Magnant MM, Steegman AT. Prevalence of health problems in children living near Love Canal. Haz Waste Haz Mat 2:23-43 (1985).

8 Logue JN, Fox JM. Residential health study of families living near the Drake Chemical Superfund site in Lock Haven, Pennsylvania. Arch Env Health 41:222-228 (1986).

9 Ozonoff D, Colten ME, Cupples A, Heeren T, Schatzin A, Mangione T, Dresner M, Colton T. Health problems reported by residents of a neighborhood contaminated by a hazardous waste facility. Am J Ind Med 11:581-597 (1987).

10 Lipscomb JA, Goldman LR, Satin KP, Smith DF, Vance WA, Neutra RR. A follow-up study of the community near the McColl waste disposal site. Environ Health Perspect 94:15-24 (1991).

11 Hertzman C, Hayes M, Singer J, Highland J. Upper Ottawa street landfill site health study. Environ Health Perspect 75:173-195 (1987).

12 Baker D, Greenland S, Mendlein J, Harmon P. A Health study of two communities near the Stringfellow waste disposal site. Arch Environ Health 43:325-334 (1988).

13 Dunne MP, Burnett P, Lawton J, Raphael B. The health effects of chemical waste in an urban community. Med J Austr 152:592-597 (1990).

14 Rushton L. Health hazards and waste management. British Medical Bulletin 2003; 68: 183–197.

15 Rushton L and Elliott P. Evaluating evidence on environmental health risks. British Medical Bulletin 2003; 68: 113–128.

16 Contraloría de Bogotá D.C. Dirección Recursos Naturales Y Medio Ambiente, "Plan de Auditoria Distrital – PAD", Auditoría Gubernamental con Enfoque Integral Modalidad Especial, al proceso de Disposición Final de Residuos Sólidos en el Relleno Sanitario Doña Juana en el período comprendido entre el 1º de enero y el 31 de agosto de 2002. www.contraloria.dfa.pdf.

19 Tchobanoglous, G; Theisen H; Vigil Ss. Gestión integral de residuos sólidos. Vol. I-II. McGrawHill. Madrid, 1994.

21 LaGrega M.; Buckingham P.; Evans J. Gestión de Residuos Tóxicos. Tratamiento, Eliminación y Recuperación de Suelos. McGrawHill, Madrid, 1996.

23 http://europa.eu.int/comm/energy_transport/atlas/htmlu/landgas.html

24 Federal Regulations 38706, July 19, 1999. Environmental Protection Agency of USA

25 Federal Regulations 66672. Nov. 7, 2000. Environmental Protection Agency of USA.

26 Ullas H., Tsan-Chang C., Shang-Shyng Y. Methane and carbon dioxide emission fron Shan-Chu-Ku landfill site in horthern Taiwan. National Taiwan University, March 2003. Lee F. G., P.E., and Jones-Lee A. Impact of Municipal and Industrial Non-Hazardous Waste Landfills on Public Health and the Environment: An Overview. El Macero, CA 95618. Comparative Risk Project, CEPA, May (1994).

27 Ballester D. F.; Tenías J.M.; Perez H.S. Efectos de la Contaminación Atmosférica Sobre la Salud una Introducción. Rev. Esp. Salud Pública 1999: 73: 109-121, No 2.

28 Nevers De N. Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire. McGrawHill. México, 1998.

29 Scheutz, C.; Mosbæk, H.; Kjeldsen, P. Bioremediation and Biodegradation. Attenuation of Methane and Volatile Organic Compounds in Landfill Soil Covers. Technical Reports. Technical University of Denmark, Environment & Resources. Environ. Qual. 33:61-71 (2004).

30 INTERACTION PROFILE FOR Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and Xylenes (BTEX) U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry. May 2004.

31 Finlayson-Pitts, B.J.; Pitts J. N. Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere. Theory, Experiments and Applications. Orlando (USA), 2000.

32 Sánchez, C., C. Evaluación de Índices de Exposición en el Estudio de Efectos a la Salud por Contaminantes Atmosféricos del Sistema de Vigilancia Epidemiológica Ambiental en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Centro Nacional de Salud Ambiental, México 1998.

33 Ballester D. F.; Tenías J.M.; Perez H.S. Efectos de la Contaminación Atmosférica Sobre la Salud una Introducción. Rev. Esp. Salud Pública 1999: 73: 109-121, No 2.

34 Van Leeuwen, X. R. Safe Drinking Water: The Toxicologist's Approach F. WHO European Centre for Environment and Health, Bilthoven Division, PO Box 10, 3730-AA De Bilt, The Netherlands. Food and Chemical Toxicology 38 (2000) S51±S58

35 Van Leeuwen, X. R. Safe Drinking Water: The Toxicologist's Approach F. WHO European Centre for Environment and Health, Bilthoven Division, PO Box 10, 3730-AA De Bilt, The Netherlands. Food and Chemical Toxicology 38 (2000) S51±S58

37 Métodos de medición de riesgos para la salud generados por la exposición a sustancias peligrosas liberadas por rellenos sanitarios. Informe de una reunión de la OMS. LODZ, Polonia. Abril, 2000.

38 Saneamiento y Cierre de Botaderos a Cielo Abierto. Ministerio del Medio ambiente. Publicación financiada con recursos del Crédito BIRF-3973-CO, Programa de Fortalecimiento Institucional para la Gestión Ambiental Urbana – FIGAU, 2000.

39 Krantz A., Tupper R. Hazardous Wastes Sites and Human Health. Health Effects Review. Volume 3 Issue 3 August 1999.

40 Vrijheid M., Armstrong B. Potential effects of Landfill on Human Health. Environmental Epidemiology Unit, Department of Public Health & Policy' London School of Hygiene & Tropical Medicine. Report for NW Environment Agency;1998.

41 Pheby D., Grey M., Giusti L. Waste management and public health: the state of the evidence. Impact on human health. Center for research in Enviromental Systems, Pollution and Remediation, University of West England, 2002.

42 www.swpho.org.uk. Waste Management and Public Health: The State of the Evidence. Unit of Applied Epidemiology. South West Public Health Observatory, 2002.

43 http://www.defra.gov.uk/. Review of Environmental and Health Effects of Waste Management: Municipal Solid Waste and Similar Wastes by Enviros Consulting Ltd and University of Birmingham, with Risk and Policy Analysts Ltd, Open University and Maggie Thurgood Department for Environment, Food and Rural Affairs, U.K., 2003.

44 Briggs D. Environmental pollution and the global burden of disease. British Medical Bulletin 2003;68: 1– 24.

45 Armstrong T., Hushka L., Tell J., Zaleski R. A Tiered Approach for Assessing Children's Environmental Health Perspectives, 2000; 108(6).

46 Daston G., Faustman E., Ginsberg G. et al. A Framework for Assessing Risks to Children from Exposure to Environmental Agents. Environmental Health Perspectives, 2004; 112(2).

47 Collman G. Branum A., The National Children's Study of Environmental Effects on Child Health and Development The National Children's Study Interagency Coordinating Committee, Infant and Child Health Studies Branch, National Center for Health Statistics, Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Environmental Health Perspectives,2003; 111(4).

48 Landrigan P., Children As A Vulnerable Population. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, 2004; 17(1): 175 — 177.

49 Cohen E., Sheldon L., Burke J. et al., Assessment: A Review of Factors Influencing Children's. Exposure, and the Data Available to Characterize and Assess That Exposure. Environmental Health Perspectives, 2000; 108 (6).

50 Muzzo S., Normal and Abnormal Growth of the Child and the Adolescent. Rev Chil Nutr Vol. 30, N1, Abril 2003.

51 Black M., Krishnakumar A., Predicting Longitudinal Growth Curves of Height and Weight Using Ecological Factors for Children with and without Early Growth Deficiency. J. Nutr. 129: 539S–543S, 1999.

52 Torres A., Peterson K., Souza A., et al. Association of diarrhoea and upper respiratory infections with weight and height gains in Bangladeshi children aged 5 to 11 years. Bulletin of the World Health Organization, 2000, 78 (11).

53 Onyango A., Esrey S., Kramer M. Continued breastfeeding and child growth in the second year of life: a prospective cohort study in we stern Kenya. The Lancet, Vol 354. December 11, 1999.

55 Jedrychowski W., Maugeri U., Jedrychowska I. Body Growth Rate in Preadolescent Children and Outdoor Air Quality. Environmental Research Section A 90, 12-20 (2002).

56 El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. Informe Técnico de la OMS, 1995:190-300.

58 CommitteeonAsthmaandIndoorAirQualityInstituteofMedicine. Cleaning the air: asthma and indoor air exposure. Washington, DC: National Academy Press, 2000.

59 Rosenstreich D, Eggleston P, M MK, al e. The role of cockroach allergy and exposure to cockroach allergen in causing morbidity among inner-city children with asthma. N Engl J Med 1997; 336:1356–63.

60 Ingram J, Sporik R, Rose G, al e. Quantitative assessment of exposure to dog (Can f 1) and cat (Fel d 1) allergens: relation to sensitization and asthma among children living in Los Alamos, New Mexico. J Allergy Clin Immunol 1995; 96:449-56.

61 Eggleston P, Buckley T, PN Breysse PN ea. The environment and asthma in U.S. inner cities. Environ Health Perspect 1999; 107:439-50.

62 Platts-Mills T, Vervloet D, WR WT, al e. Indoor allergens and asthma: report of the Third International Workshop, Cuence, Spain. J Allergy Clin Immunol 1997; 97:1079-84.

63 Park J, Gold D, DL DS, al e. House dust endotoxin and wheeze in the first year of life. Am J Respir Crit Care Med 2001; 163:322-8.

64 Alho O, Koivu M, Sorri M, Rantakallio P. Risk factors for recurrent acute otitis media and respiratory infection in infancy. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology 1990; 19:151-161.

65 Porro E, Calamita P, I IR, al e. Atopy and environmental factors in upper respiratory infections: an epidemiological survey on 2304 school children. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology 1992; 24:111-120.

66 Pandey M, Neupane R, Gautam A, Shrestha B. Domestic smoke pollution and acute respiratory infections in a rural community of the hill region of Nepal, Volume 15, Issues. Environment International 1989; 15:337-340.

67 Cashat-Cruz M, Morales-Aguirre J, Mendoza-Azpiri M. Respiratory tract infections in children in developing countries. Semin Pediatr Infect Dis 2005; 16:84-92.

68 Duelien-Skorge T, Eagan TML, Eide GE, Gulsvik A, Bakke PS. Indoor exposures and respiratory symptoms in a Norwegian community sample. Thorax 2005;60.

71 Medina S, Plasencia A, Ballester F. European cities in 19 10 Apheis: public health impact of PM. J. Epidemiol. Community Health 2004; 58:831-836.

72 Pinter A, Rudnai P, Sarkany E, Goczan M, Paldy A. Air pollution and childrens' respiratory morbidity in the Tata area, Hungary. Cent.Eur J Public Health 1996;4: Suppl:17-20.

73 Wong T, Wun Y, Yu T, Tam W, Wong C, Wong A. Air pollution and general practice consultations for respiratory illnessses. J Epidemiol Community Health 2002; 56:949-950.

74 Pino P, Walter T, Oyarzun M, Villegas R, Romieu I. Fine Particulate Matter and Wheezing Illnesses in the First Year of Life. Epidemiology 2004; 15:702-708.

75 Bin B, Jalaludin A, O'Toolec B, Leeder S. Acute effects of urban ambient air pollution on respiratory symptoms, asthma medication use, and doctor visits for asthma in a cohort of Australian children. Environmental Research 2004:32–42.

76 Lanata C, Rudan I, Boschi-Pinto C, al e. Methodological and quality issues in epidemiological studies of acute lower respiratory infections in children in developing countries. International Journal of epidemiology 2004; 33:1362-1372.

85 Wijewardene, K., P. Fonseka, et al. (1992). "Risk factors contributing to acute diarrhoeal disease in children below five years." Ceylon Med J 37(4): 116-9.

86 Dikassa, L., N. Mock, et al. (1993). "Maternal behavioural risk factors for severe childhood diarrhoeal disease in Kinshasa, Zaire." Int J Epidemiol 22(2): 327-33.

87 GASCON, J., M. VARGAS, et al. (2000). "Diarrhea in Children under 5 Years of Age from Ifakara, Tanzania: a Case-Control Study." JOURNAL OF CLINICAL MICROBIOLOGY: 4459-62.

88 Bozkurt, A. I., S. Ozgur, et al. (2003). "Association between household conditions and diarrheal diseases among children in Turkey: A cohort study." Pediatrics International 45(4): 443-451.

89 Nakaji, S., M. Matzuzaka, et al. (2004). "A Population-Based study on Defecatory Conditions in Japanese subjects: methods for self-evaluation." Tohoku J Exp. Med 203: 97-104.

90 Regoa, R., L. Moraesb, et al. (2005). "Diarrhoea and garbage disposal in Salvador, Brazil." Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 99: 48-54.

91 Ethelberg, S., B. Olesen, et al. (2006). "Risk factors for diarrhea among children in an industrialized country." Epidemiology 17(1): 24-30

92 Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P.F., Zepeda, F., 1997. Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe. Publicación conjunta del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana, Washington DC, Serie Ambiental, No. 18, pp.97—107.

93 Limpurb, 1999. Relatorio Técnico: Caracterizacao dos Residuos Sólidos Domiciliares da Cidade de Salvador. Empresa de Limpeza Urbana, Salvador.

94 Heller, L. and C. Catapreta (2003). "Solid waste disposal in urban areas and health--the case of Belo Horizonte, Brazil." Waste Manag Res 21(6): 549-56.

95 Lalonde M. A New Perspective on the Health of Canadians. Ottawa, Health and Welfare Canada, 1974.

96 Lalonde M, New perspective on the health of Canadians: 28 years later. Pan Am J Public Health 2002; 12(3).

97 Monge A, La conceptualización de la salud en el modelo de atención del sistema nacional de salud. Centro de desarrollo estratégico e Información en salud y seguridad social (CENDEISSS) 2004.

98 McCarron P, Harvey I, Brogan R, Peters T. Self reported health of people in an area contaminated by chromium waste: interview study. British Medical Journal. 2000; 320: 11-15.

99 Elliott P, Briggs D, Morris S, de Hoogh C, Hurt C, Jensen TK, Maitland I, Richardson S, Wakefield J, Jarup L. Risk of adverse birth outcomes in populations living near landfill sites. BMJ 2001; 323:363–8.

100 Harrison R. Hazardous waste landfill sites and congenital anomalies. www.occenvmed.com

101 Zemp E, Elsasser S, Schindler C, Künzli N, et al. long-term ambient air pollution and respiratory symptoms in adults (SAPALDIA study). Am J Respir Crit Care Med 1999; 159: 1257-1266.

102 Neuberger M, Schimek M, Horak JR, Moshammerb H, Kundib M, et al. Acute effects of particulate matter on respiratory diseases, symptoms and functions: epidemiological results of the Austrian Project on Health Effects of Particulate Matter (AUPHEP). Atmospheric Environment. 2004; 38: 3971–3981.

103 Briggs D. Environmental pollution and the global burden of disease. British Medical Bulletin 2003; 68: 1–24.

104 Hoek G, Wypij D, Brunekreef B. Self-reporting versus parental reporting of acute respiratory symptoms of children and their relations to pulmonary function and air pollutions. Internacional Journal of Epidemiology 1999; 28:293-299.

105 Katsouyanni K. Ambient air pollution and health. British Medical Bulletin 2003; 68: 143–156.

106 Sunyer J. Urban air pollution and chronic obstructive pulmonary disease: a review. Eur Respir J 2001; 17: 1024–1033.

107 Jalaludin B, Brian A, O'Toole A, Leederd S. Acute effects of urban ambient air pollution on respiratory symptoms, asthma medication use, and doctor visits for asthma in a cohort of Australian children. Environmental Research 2004; 95: 32–42

108 Boezen H, Van der Zee H, Postma D, Vonk J, Gerritsen J, Hoek G, Brunekreef B, Rijcken B, Schouten J. Effects of ambient air pollution on upper and lower respiratory symptoms and peak expiratory flow in children. The lancet 1999; 353:874-878.

109 Chauhan A, Johnston S. Air pollution and infection in respiratory Illness. British Medical Bulletin 2003; 68: 95–112.

110 Maître A, Collot-Fertey D, Anzivino L, Marques M, Hours M, Stoklov M. Municipal waste incinerators: air and biological monitoring of workers for exposure to particles, metals, and organic compounds. Occup. Environ. Med. 2003; 60; 563-569.

111 Hˆppea P, Petersb A, Rabea G, Pramla G, Lindnera J, Jakobic G, et al. Enviromental ozone effects in different population subgroups. Int. J. Hyg. Environ. Health 2003; 206: 505- 516.

112 McNamee R, Does exposure to landfill waste harm the fetus. Perhaps, but more evidence is needed. 2001; 323:351–352.

113 Ralph J. Delfino A, Henry A, Gong B, Linn W, Pellizzaric D. Respiratory symptoms and peak expiratory flow in children with asthma in Relation to volatile organic compounds in exhaled breath and ambient air. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology 2003; 13: 348–363.

114 Stehr-Green PA, Burse VW, Welty E. Human exposure to polychlorinated biphenyls at toxic waste sites: investigations in the United States. Arch Environ Health 43:420-424 (1988).

115 Editorial. Environment and quality of life. Revue européenne de psychologie appliquée. Article in press. 2006.

116 Moser G, Robin M. Environmental annoyances: an urban-specific threat to quality of life? Revue européenne de psychologie appliquée. Article in press. 2006.

117 Welsch H. Environment and happiness: Valuation of air pollution using life satisfaction data. Ecological Economics. Article in press. 2005.

118 Horelli L. Environmental human-friendliness as a contextual determinant for quality of life. Revue européenne de psychologie appliquée. Article in press. 2006.

119 Dunstana F, Weaverb N, Arayad R et al. An observation tool to assist with the assessment of urban residential environments. Journal of Environmental Psychology 25 (2005) 293–305.

120 Chapman MV. Neighborhood quality and somatic complaints among American youth. Journal of Adolescent Health 36 (2005) 244–252.

121 Bevc CA, Marshall BK, Picou S. Environmental justice and toxic exposure: Toward a spatial model of physical health and psychological well-being. Social Science Research. Article in press. 2006.

122 Somerville M, Barton A, Foy C, Basham M. From Local Concern to Randomised Trial: The Watcombe Housing Project. Society for Social Medicine and the International Epidemiological Association European Group. Abstracts of oral presentations. www.jech.com.

123 Henry R, Yongsheng Z, Jun D. Municipal solid waste management challenges in developing countries- Kenyan case study. Waste Management 26(2006)92-100

124 Rahardyan B, Matsuto T, Kakuta Y, Tanaka N. Resident's concerns and attitude towards Solid Waste Management facilities. Waste Management 24 (2004) 437-451

125 Schneiders J, Drukker M, Van der Ende J, et al. Neighborhoods socioeconomic disadvantage and behavioural problems from late childhood into early adolescence. J Epidemiol Community Health 2003; 57:699–703.

126 Kitsantas P, Kitsantas A, Traves R. Occupational exposures and associated health effects among sanitation landfill Employees. Environmental Health, Dec 2000

127 Kaplan RM, Ganiats TG, Sieber WJ, Anderson JP. The Quality of Well-Being Scale: critical similarities and differences with SF-36. International Journal for Quality in Health Care. 1998;10(6):509-520.

Geología

Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. (2010). Manifiesto Ambiental Relleno Sanitario Nuevo Jardín. Dirección de Calidad Ambiental. Versión en formato PDF. 565 p.

Grupo Dimensión-Enasa y Asociados. (2005). Propuesta Para la Concesión de la Operación del Servicio de Disposición Final de Residuos Sólidos del Municipio de La Paz. La Paz. Versión en formato PDF. 144 p.

Empresa TERSA S.A. (2014). Vertedero de Alpacoma Estudio Geotécnico y de Estabilización del Muro Dorsal Sur. La Paz. 91 p.

Empresa Tersa S.A. (2019). Plan de Contingencia Específico Deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma. La Paz. 39 p.

Empresa Tersa S.A. (2019). Plan de Contingencia Específico Deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma. Estabilidad De Taludes. La Paz. 30 p.

Bibliografía Consultada

Arce, O. (2007). GUÍA A LOS YACIMIENTOS METALÍFEROS DE BOLIVIA. La Paz. 346 p.

Ballivián, O., Bles, J., Servant, M. (1978). EL PLIO-CUATERNARIO DE LA REGION DE LA PAZ (ANDES ORIENTALES, BOLIVIA). Cahiers d' ORSTOM. Volumen X, Nº 1. 101 – 113 p.

Bles, J. L., Álvarez, A., Anzoleaga, O., Ballivian, O., Bustillos, O., Hochstatter, H., Malatrait, A., Otazo, N. (1978). PLAN DE DESARROLLO URBANO - CIUDAD DE LA PAZ. Tomo 1. Aspectos Físicos y Ambientales. Geología y Aguas. Honorable Alcaldía Municipal de La Paz, Consultoras BRGM-BCOM, Prudencio Claros y Asociados. Orléans. BRGM. 84 p., 4 anexos.

Bles, J. L., Álvarez, A., Anzoleaga, O., Ballivian, O., Bustillos, O., Hochstatter, H., Malatrait, A., Otazo, N. (1978). PLAN DE DESARROLLO URBANO - CIUDAD DE LA PAZ. Tomo 2. Aspectos Físicos y Ambientales. Síntesis Ecogeológica. Honorable Alcaldía Municipal de La Paz, Consultoras BRGM-BCOM, Prudencio Claros y Asociados. Orléans. BRGM. 100 p.

Dobrovolny, E., (1962). GEOLOGÍA DEL VALLE DE LA PAZ. La Paz. Ministerio de Minas y Petróleo. Departamento Nacional de Geología. Boletín Nº 3 (Especial). 152 p., 5 anexos.

Espejo, A., Mareño, P., Porcel, R., Marín, M., Baldellón, E., Velasco, R., Zapana, P., Mendez, J., Terán, N., Morillas, N., Lima, E., Chacón, G., Velasco, A., Calisaya, C., Aruni, B., Bejarano, J. (2011). MAPA DE RIESGOS DE LOS DISTRITOS URBANOS DEL MUNICIPIO DE LA PAZ. MEMORIA EXPLICATIVA. La Paz. Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. Dirección Especial de Gestión de Riesgos. 117 p.

Gobierno Municipal de La Paz. (2005, 2014). USO DEL SUELO Y PATRONES DE ASENTAMIENTO. DISTRITO 21.

Highland, L., Brobowsky, P. MANUAL DE DERRUMBES: UNA GUÍA PARA ENTENDER TODO SOBRE LOS DERRUMBES. (2008). Reston, Virginia. Circular 1325. Servicio Geológico de los EE.UU. 129 p.

Jordá, L., Tomás, R., Arlandi, M., Abellan, A. (2016). MANUAL DE ESTACIONES GEOMECÁNICAS. DESCRIPCIÓN DE MACIZOS ROCOSOS EN AFLORAMIENTOS. Primera edición. España: E.T.S.I. Minas – Universidad Politécnica de Madrid. 200 p.

Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. (2002). MEMORIA DEL MAPA FISIOGRÁFICO DE BOLIVIA. La Paz. 33 p.

Museo Nacional de Historia Natural. (2015). HTORIA NATURAL DE UN VALE EN LOS ANDES: LA PAZ. Segunda edición. La Paz. 13 – 39 p.

Servicio Geológico de Bolivia. (1995). CARTA GEOLÓGICA DE BOLIVIA. HOJA DE LA PAZ 5944, Escala 1:100000. La Paz.

Servicio Nacional De Geología y Minería. (2007). MOVIMIENTOS EN MASA EN LA REGIÓN ANDINA: UNA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZAS. PMA. Publicación Geológica Multinacional Nº 4. 432 p.

Servicio Nacional De Geología y Técnico De Minas. (2012). MANUAL DE SIMBOLOGÍA GEOMORFOLÓGICA. La Paz. SERGEOTECMIN. 39 p.

Suarez, R., Díaz, E. (1996). LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DE BOLIVIA. Cochabamba. Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Bolivianos. Volumen 17. Nº 1-2. 227 p.

Bibliografía Relleno Sanitario

- Ministerio de Medio Ambiente y Agua Estado Plurinacional de Bolivia:
  - Ley Nº 755 de Gestión integral de Residuos;
  - Reglamento General de la Ley Nº 755
  - Norma técnica para el registro y autorización de operadores de residuos
- Norma Boliviana NB 742-760 Normas de Residuos Sólidos
- Norma Boliviana NB 69001- 69007 - Reglamento Para la Gestión de Residuos Sólidos generados en establecimientos de salud
- G. Tchobanoglous, H. Theissen, R. Eliassen – Desechos Sólidos, Principios de Ingeniería y Administración (1982)
- Brunner – Keller - Sanitary Landfill Design and Operation
- G. Tchobanoglous- Handbook of Solid Waste Management, 2nd Edition (2002)
- H. Collazos Peñaloza-Diseño y Operación de Rellenos Sanitarios (2005)
- Forbes R. McDougall, Peter R. White, M. Franke. P. Hindle - Integrated Solid Waste Management a Life Cycle Inventory - Wiley-Blackwell (2009)
- ResearchGate – Conference Paper – december 2019 -Soria- Rodríguez – Lecciones aprendidas por casos de deslizamiento ocurridos en rellenos sanitarios municipales, a parir de experiencias ocurridas en Latinoamérica
- – The Landslide of Doña Juana in Bogotá –A Case of Study
- CEPIS Publicaciones – H. Collazos - Deslizamiento de basura en el Relleno Sanitario Doña Juana (enero 1998)
- T. Lambe - R. Whitman – Mecánica de Suelos
- O. Mendieta- J. Ponce- Geologìa y Geotecnia Aplicadas a la Ingenierìa Civil (2009)
- R. Valle- Carreteras Calles y Aeropistas (1982)
- E. Juárez – A. Rico – Mecánica de Suelos Tomos I-III (1980)
- R. Marsal -D. Resendiz - Presas de Tierra y Enrocamiento (1979).
- J. Cardona Frómeta - Construcción Hidráulica (2009).

Estabilidad de Taludes

1. Acosta, J. (1993). Cambios laterales en la Formación Hiló. Memorias VI Congreso Colombiano de Geología, Tomo I, Medellín, Colombia, pp. 182-195.

2. Bishop, A.W., 1955. The use of the slip circle in the stability analysis of slopes. Géotechnique, 5(1): 7-17.
3. Fasset, J.B., Leonards, G.A., y Repetto, P.C. (1994). "Geotechnical Properties of Municipal Solid Wastes and Their Use in Lanfill Design"; Proceedings, WasteTech '94 - Landfill Technology.
4. González, J.; Espinosa, A. (2000).- Peritazgo Técnico - Controversias Surgidas en Torno del Relleno Sanitario de Doña Juana-- Tribunal de Arbitramento – 3 Vol.- Bogotá, Julio 2000.
5. González, J.; Espinosa, A. (2001a).- Falla del Relleno Sanitario Doña Juana- Bogotá, Colombia- II. Evaluación de Presión de Poros y Resistencia de Basuras- en este mismo Simposio.
6. González, J.; Espinosa, A. (2001b).- Falla del Relleno Sanitario Doña Juana- Bogotá, Colombia- III. Mecanismo de Falla, Causas y Costos del Deslizamiento- en este mismo Simposio.
7. Gourc, J.P., Olivier, F., Thomas, S., Chatelet, L., Denecheau, P. y Munoz. M.L. (2001). "Monitoring of Waste Settlements on Five Landfills: Comparison of the Efficiency of Different Devices"; Sardinia 2001, Italy.
8. Grisolia, M. & Napoleoni, Q. (1996). Geotechnical Characterizacion of Municipal Solid Waste: Choice of Design Parameter. Proc of the Second International Congress on Environmental Geotechnics, Osaka, Japan. A.A. Balkema, 5-8 novembro 1996, v.2, p.642-646.

D. Resumen Ejecutivo

D.1 Informe Técnico

D.1.1 Antecedentes de la Auditoria Ambiental

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), a raíz del evento sucedido el 15 de enero de 2019 en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín, decide lanzar la Convocatoria Pública Nacional MMAYA/LP/001/2019 (Segunda Convocatoria) con CUCE: 19-0086-00-954892-2-1 para la CONSULTORÍA POR PRODUCTO: AUDITORÍA AMBIENTAL POR PELIGRO INMINENTE DEL RELLENO SANITARIO NUEVO JARDÍN – MUNICIPIO DE LA PAZ".

Los Términos de Referencia del DBC, definen como marco del trabajo de auditoría, al Decreto Supremo N° 28499, de 10 de diciembre de 2005

Fases de Auditoría

- Fase 1: Planificación
- Fase 2: Actividades en el Sitio a Auditar
- Fase 3: Reporte Final Ambiental por peligro inminente

D.1.1.1 Localización

El predio del RSNJ esta ubicado en la comunidad de Alpacoma, distante a 4 km desde el centro de la ciudad de La Paz. Está en el Macrodistrito 1 (Cotahuma), Distrito 4, de la jurisdicción municipal de La Paz.[16]

[16] http://sitservicios.lapaz.bo/guiaurbana/ Mapa del Municipio de La Paz, GUIA URBANA.

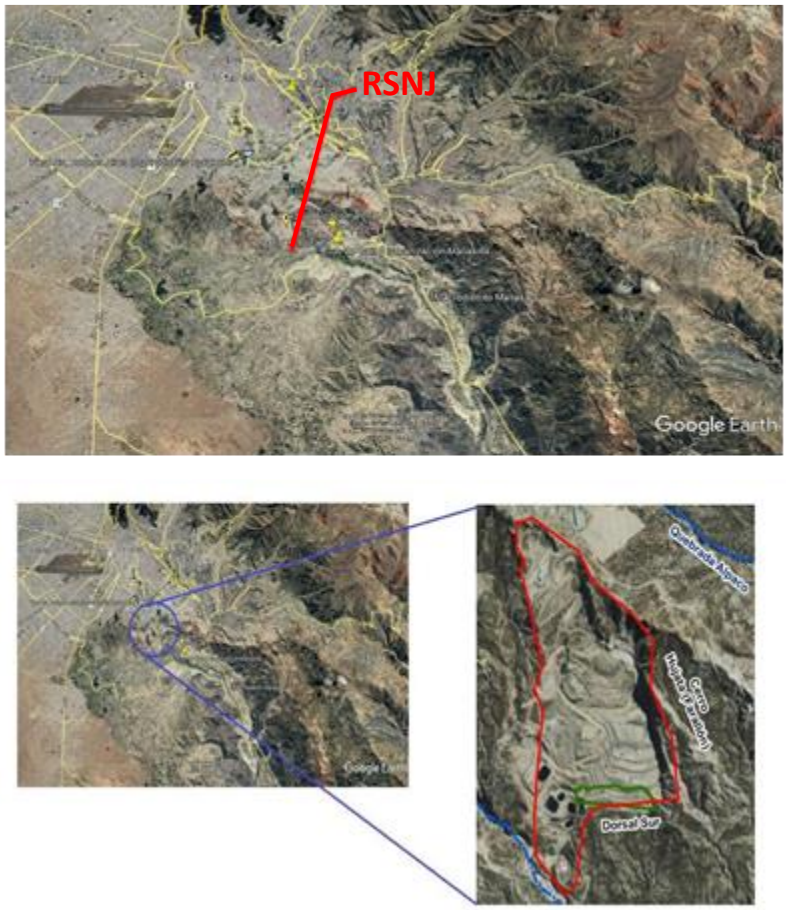


Ilustración D-1 Localización Puntual
Fuente: Google Earth

D.1.2 Objetivos y Alcances de la Auditoría

D.1.2.1 Objetivo General

"Evaluar la situación ambiental actual y el grado de cumplimiento de la normativa ambiental vigente sobre el deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 comprometiendo todo el Relleno Sanitario Nuevo Jardín y las medidas implementadas para la atención del suceso."

D.1.2.2 Objetivos Específicos

Tabla D-1 Objetivos Específicos

N°	Objetivos
1	Definir el área de estudio (área de influencia directa e indirecta), entendida como el espacio donde se generaron los impactos ambientales negativos y las áreas donde alcanzan sus efectos en el medio ambiente y salud humana
2	Identificar y evaluar las causas del colapso de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín y el grado de afectación a otras infraestructuras dentro del relleno sanitario.
3	Definir la superficie y volumen total del área desestabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos.
4	Determinar el volumen de lixiviado que fue descargado producto del deslizamiento.

N°	Objetivos
5	Realizar un análisis comparativo de los diseños de ingeniería y medidas de adecuación ambiental originalmente propuestos y aprobados en el Manifiesto Ambiental, con el estado real de construcción y disposición de macroceldas, estanques de lixiviado, etc.
6	Realizar un diagnóstico y evaluación de la situación actual de todos los factores y aspectos ambientales afectados por el deslizamiento: aire, agua (superficial y subterránea), suelo y socioeconómico en el área de estudio.
7	Identificar y evaluar los impactos ambientales producidos por el deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 del Relleno Sanitario Nuevo Jardín, y evaluación de los efectos ambientales negativos en el área de estudio.
8	Realizar todos los estudios, análisis, mediciones y evaluaciones de campo que se requieran para el cumplimiento de los objetivos y alcance de los términos de referencia, generando documentos de respaldos, los cuales serán emitidos y firmados por profesionales y laboratorios acreditados para tal fin.
9	Evaluar el grado de cumplimiento/efectividad de las medidas propuestas e implementadas en el marco del Plan de Contingencias que se encuentra en ejecución.
10	Identificar las zonas de riesgo potencial a corto, mediano y largo plazo.
11	Evaluar los aspectos sociales que pudieran haber sido afectados en el área de estudio.
12	Establecer mediante documentación existente, criterios técnicos y otra información pertinente, si el cuerpo de agua Alpacoma, el cual se encuentra colindante al RSNJ, es un río o quebrada.
13	Establecer lineamientos para el cierre técnico del RSNJ.

Fuente: Documento Base de Contratación de Servicios de Consultoría en la Modalidad de Licitación Pública

D.1.2.3 Alcance

La Auditoría Ambiental deberá llevar a cabo la evaluación de la situación ambiental actual y el grado de cumplimiento de la normativa ambiental vigente sobre el deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 del Relleno Sanitario Nuevo Jardín.

D.1.2.3.1 Periodo de la Auditoría

Comprende desde la otorgación de la Orden de Proceder el 12 de septiembre de 2019 hasta la conclusión del Informe Final Fase 3 el 7 de julio de 2010.

D.1.2.3.2 Limitaciones

- Entregas incompletas de información
- Entregas tardías
- Entrega exteporánea de TERSA (20,000 páginas aprox) integradas al trabajo

D.1.3 Descripción del Proyecto, Obra o Actividad Auditada (AOP)

D.1.3.1 Ámbitos de Interés

- Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ) → Disposición Final Residuos Sólidos Domésticos; Disposición Residuos Sólidos Patógenos
- Evento de Deslizamiento de Residuos Sólidos de 15 de enero de 2019

D.1.3.2 Descripción de la AOP: Relleno Sanitario NJA

- **Distribución del Área Operativa**
  - Macrocelda 1
    - Celda 1
    - Celda 2
    - Celda 3
  - Macrocelda 2
    - Celda 4
    - Celda 5
    - Celda 6
  - Macrocelda 3
    - Celda 7
    - Celda 8
    - Celda 9
  - Macrocelda 4
    - Celda de Emergencia 1
    - Celda de Emergencia 2
    - Celda 10
    - Celda 12
  - Macrocelda 5
    - Celda 11 – Fase I
    - Celda 11 – Fase II
    - Celda 11 – Fase III
- **Operación de Celdas Diaria**
  - Registro y Pesaje de Vehículos, sistema de pesaje de residuos.
  - Playa de Descarga y Plataforma de Descarga
  - Zona de Descarga
  - Construcción de la Celda Diaria
    - Área para la recepción diaria de residuos
    - Altura de la Celda diaria
    - Altura máxima de residuos por día.
    - Ancho de la Celda diaria
  - Distribución y Compactación de Residuos Sólidos
  - Cobertura diaria, la altura que debe tener la cobertura diaria de residuos.
- **Sistema de Conducción de Aguas Pluviales**
  - Gestión 2006: Cunetas 1, 2, 3 y 4, Long. Aprox. 330 m.
  - Gestión 2007: Cunetas 5, 6, 7 y 8, Long. Aprox.370 m.
  - Gestión 2008: Cunetas 20, 21 y 22, Long. Aprox. 500 m.
  - Gestión 2009: Cunetas 9, 10, 11, 23, 24, 25 y 26 Long. Aprox. 610 m.
  - Gestión 2010: Cunetas 13, 14 y 15, Long. Aprox. 180 m.
  - Año 2011: Cunetas 17, 18 y 19, Long. Aprox. 250 m.
- **Sistema de Cap. de Biogas**
  - Captadores Basales: Instalados en la base de las celdas, Conec. con Sist.de captación de lixiviado.
  - Captadores ubicados en Puntos de Emisión Fugitiva de Biogás.
- **Vías de Circulación Interna (2.7 K.)**
  - Oficinas administrativas
  - Báscula
  - Taller de mantenimiento
  - Celdas de disposición
  - Planta de tratamiento
  - Otros Sectotes
- **Planta de Tratamiento de Lixiviados**
  - Tratamiento Anaerobio
    - Medidor electrónico o Canal Parshall.
    - Estanque de acumulación EG – 1.
    - Estanque de acumulación EG – 2.
    - Estanque EG – 6
    - Estanque anaerobio.
    - Sistemas de conducción de líquidos lixiviados.
  - Tratamiento Aeróbico
    - Estanque Aerobio.
    - Estanque de Rechazo.
    - Clarificador Secundario.
    - Estanque EG – 5

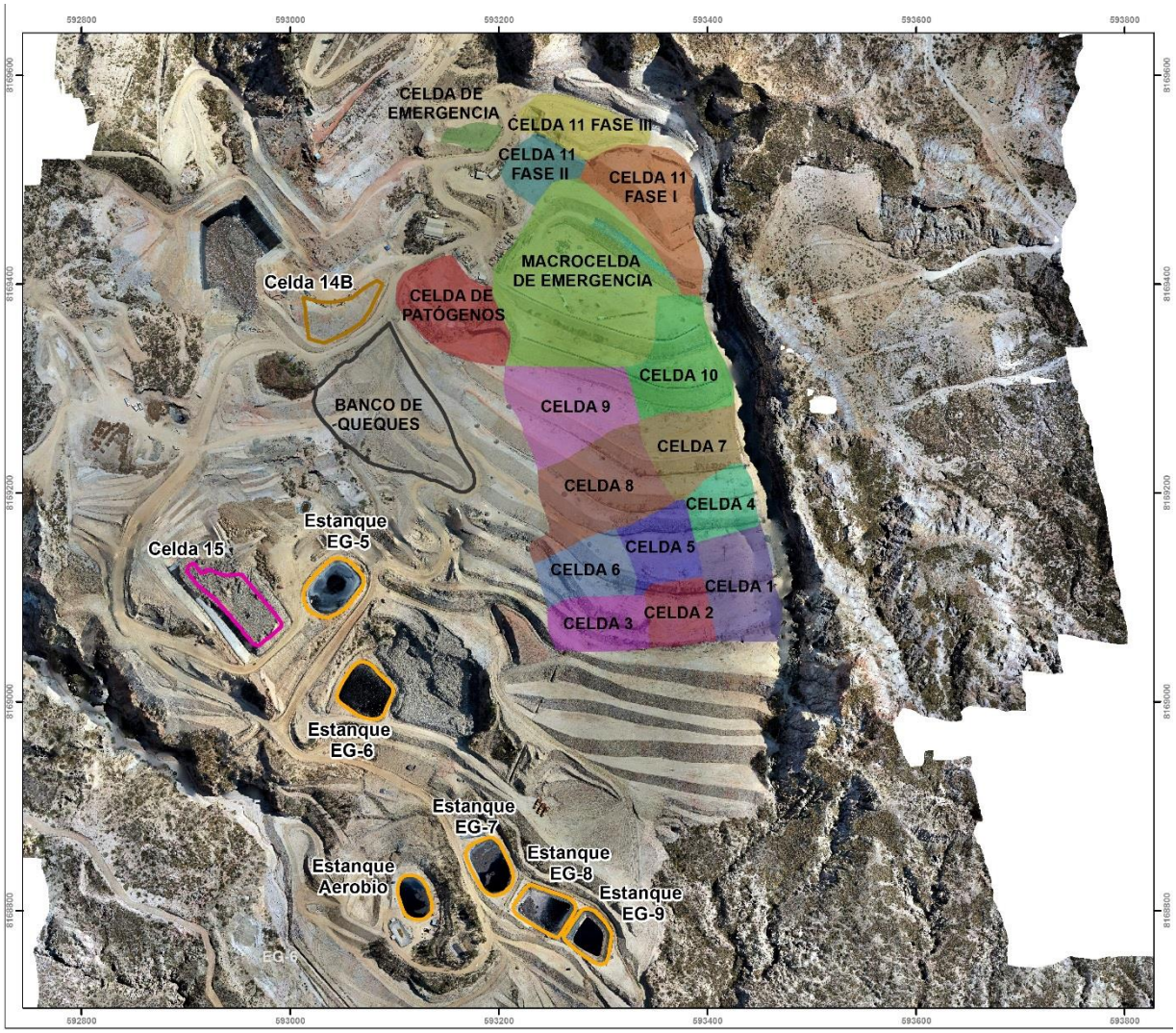


Figura D-1 Delimitación de Celdas y Estanques de Lixiviado construidas por TERSA S.A.
Fuente: Elaboración propia con base a información del Plan de Cierre y Post Cierre RSNJA, abril de 2019

D.1.3.2.1 Descripción de la AOP: Deslizamiento de Residuos en el RSNJA

Acudimos nuevamente al documento anterior para la descripción del estado de situación posterior al evento del deslizamiento y se inserta el cuadro resumen.

Cuadro D-1 Estado de las Celdas posterior al Deslizamiento

MC	CELDAS	DAÑO	ESTADO
MC - 1	Celda 1; Celda 2; Celda 3	C1 y C2 - superficial y fisuras; C3 - Residuos confinados con método de área deslizados	Estables, con presencia de lixiviados
MC - 2	Celda 4; Celda 5; Celda 6	C4 y C5 - superficial y fisuras; C6 - Residuos confinados con método de área deslizados	Estables, con presencia de lixiviados
MC - 3	Celda 7; Celda 8	Residuos confinados con método de área deslizados	Estabilizadas, los movimientos de los residuos han sido detenidos con maquinaria pesada

MC	CELDAS	DAÑO	ESTADO
	Celda 9	Residuos confinados con método de área deslizados	Estabilizadas, los movimientos de los residuos han sido detenidos con maquinaria pesada
MC - 4	Celdas de emergencia 1 y 2	Deslizadas en su integridad	Estabilizadas, los movimientos de los residuos han sido detenidos con maquinaria pesada
	Celda 10	Asentamientos severos, fisuras de gran magnitud	Estabilizada, se ha reconfigurado la parte superior con maquinaria pesada.
	Celda 12	La base de la celda no fue dañada, los residuos de los niveles altos fueron arrastrados por el deslizamiento, cambiándola configuración actual de la misma.	Los residuos que estaban en la celda están siendo removidos, con el objeto de quitar peso y volumen, así darle estabilidad a la parte alta del área de disposición de residuos.
MC - 5	Celda 11 - Fase I	La celda no fue afectada ya que se encuentra en el nivel basal, es decir el nivel alcanzado por la excavación.	La celda se encuentra estable, el muro de soporte de la misma ha sido afectado, aunque este no se encuentre visible.
	Celda 11 - Fase II	Una parte de los residuos ubicados en el lado sur de la celda se deslizaron, se produjo un asentamiento en su parte superior pegada al farallón.	La celda se encuentra estable, para garantizar la estabilidad de la misma en el largo plazo se retirará una capa de los residuos del nivel superior y se reconfigurará el talud sur.
	Celda 11 - Fase III	La celda no sufrió daño alguno, quedo al borde del deslizamiento	Se reforzó el lado sur de la celda por precaución con un muro de tierra, se modificaron los sistemas de captación de lixiviados y biogás.
	Celda de Emergencia 3	Está ubicada fuera del área de disposición, fue construida después del deslizamiento.	Celda llena, tiene cobertura de tierra de 20 cm.
MC - 6	Calda 14 B	Está ubicada fuera del área de disposición, fue construida después del deslizamiento.	Celda de operación
MC - 7	Celda 15	Está ubicada fuera del área de disposición.	Celda en construcción, para la disposición de residuos deslizados

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, abril de 2019

D.1.3.2.2 Grado de Afectación

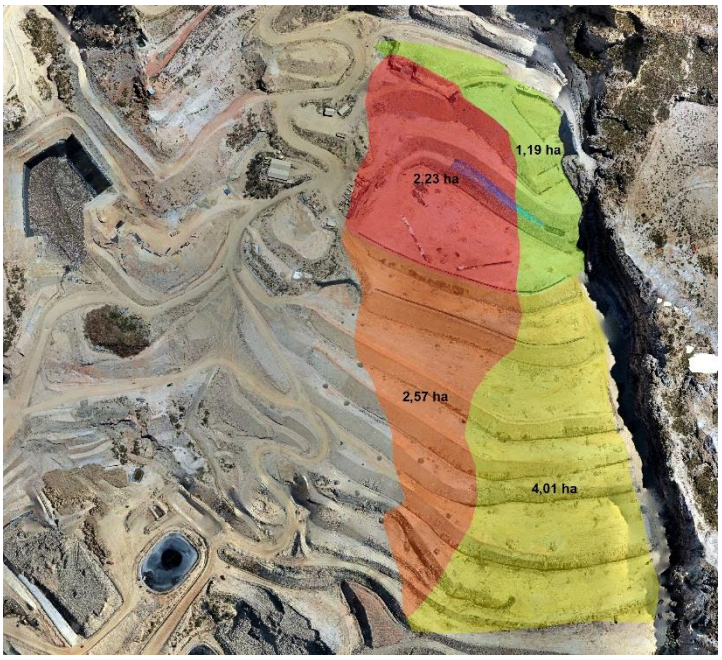


Figura D-2 Mapa del grado de afectación del deslizamiento
Fuente: Elaboración propia

Y la composición numérica se expresa en la siguiente tabla.

Tabla D-2 Grado de afectación del deslizamiento en el RSNJA

TIPO DE AFECTACION	SECTOR	DIMENSION	
		(Ha)	(%)
➢ Fisuras y asentamiento	amarillo	4,01	40,10
➢ Deslizamiento de capas conformadas por método de área	naranja	2,57	25,70
➢ Desplazamiento en bloque	rojo	2,23	22,30
➢ Sin afectación	verde	1,19	11,90
TOTAL		10,00	100,00

Fuente: Elaboración Propia

D.1.3.2.3 Identificación y Evaluación de las Causas del Colapso (De la Macrocelda 4 y Parte de la Macrocelda 3 en el RSNJA)

Para esclarecer cuáles Celdas fueron afectadas y sobre todo, deducir las posibles causas que ocasionaron el evento, nos planteamos las actividades a seguir hasta el logro de lo señalado.

Previamente a continuación presentamos un diagrama básico de la Estrategia Metodológica:

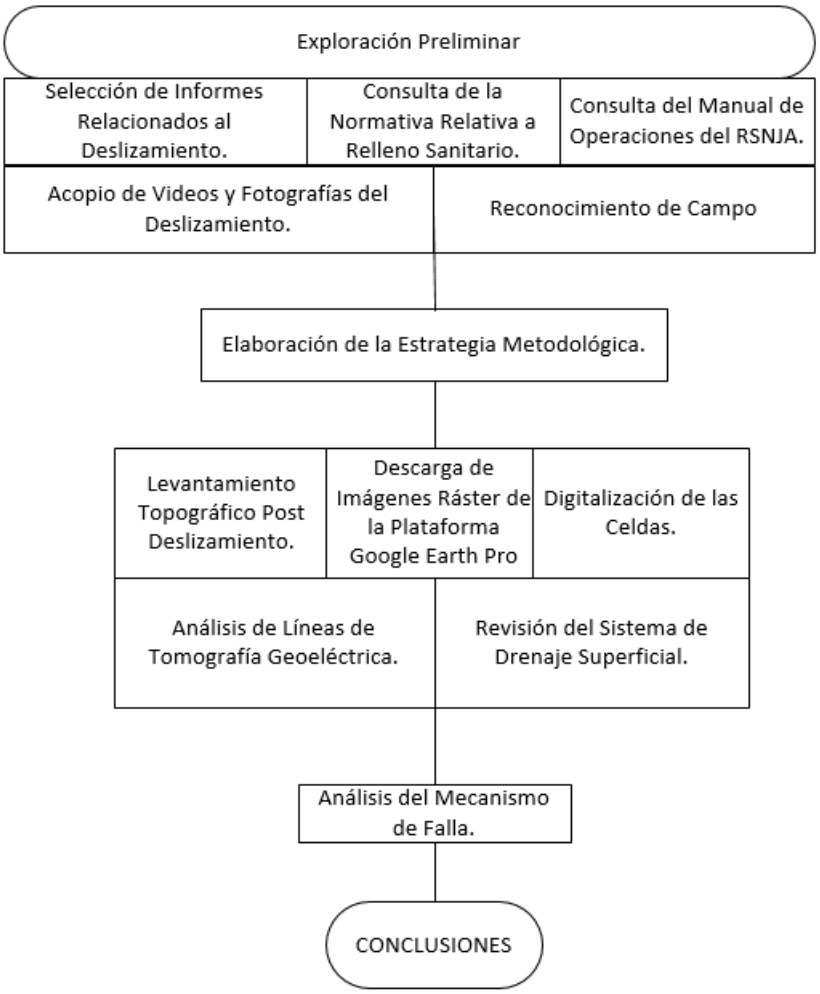


Figura D-3 Diagrama de la Estrategia metodológica
(para deducir las causas que posiblemente ocasionaron el deslizamiento)
Fuente: Elaboración propia

Así mismo, en forma esquemática presentamos las actividades y la justificación correspondiente:

Tabla D-3 Actividades de la Estrategia Metodológica

Fuente: Elaboración Propia

D.1.3.2.4 Identificación de las Celdas Afectadas

En la Figura D-4 se muestra el resultado de dichos trabajos, identificando a las celdas afectadas:

- Trinchera de la Celda 12
- Método de área de la Celda12
- Celda de Emergencia 1
- Celda de emergencia 2

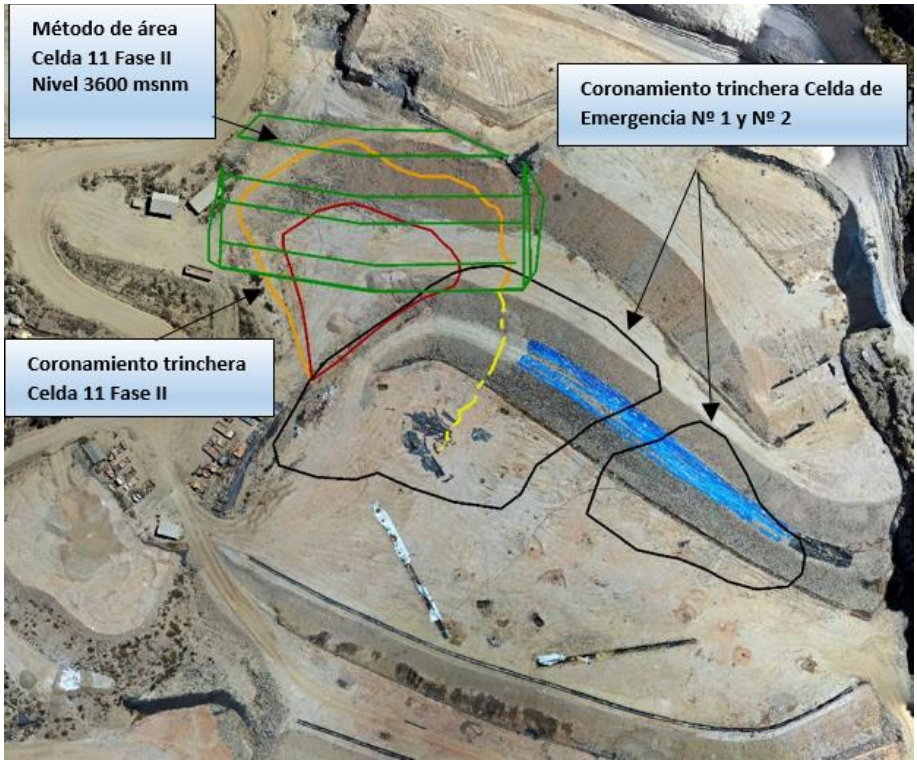


Figura D-4 Celdas afectadas por el deslizamiento
Fuente: Elaboración propia

D.1.3.2.5 Causas del Colapso

- ✓ Pendiente del talud de las Celdas Afectadas
- ✓ Infiltración del escurrimiento superficial a las Celdas afectadas
- ✓ Sobresaturación de agua
- ✓ Antiguas actividades inherentes a las celdas afectadas por el deslizamiento
- ✓ Método de rampa en la conformación de las Celdas afectadas por el deslizamiento
- ✓ Deficiente sistema de evacuación de líquidos lixiviados

De acuerdo con la documentación relativa al evento y las medidas para su contención, fue necesario la construcción de tres diques en el lecho de la quebrada Alpacoma, "con la finalidad de evitar el contacto de los residuos y líquidos con aguas residuales de la Quebrada Alpaco, conteniendo así los residuos y líquidos en el primer dique". Lo que demuestra por sí mismo que dentro de las celdas involucradas había gran volumen de lixiviado retenido, es decir, sin sistema de evacuación apropiado.

Lo anterior fue verificado durante la inspección de campo realizada a 3 y 4 días después del deslizamiento, por la Autoridad Ambiental, expresado en el Informe Técnico INF/MMAYAlVAPSBIDGGIRS N° 0014/2019 MMA yA/2019-02003:

D.1.3.3 Análisis de las causas que posiblemente ocasionaron el deslizamiento

Para haberse producido el deslizamiento en la escala de afectación a gran parte del área de disposición de residuos, en una magnitud del 88%, entre área de bloque desplazado, área de deslizamiento y área de asentamientos, debieron acudir varios factores negativos.

De entre ellos se ha identificado a dos factores como causa probable del colapso de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 en el RSNJA:

- Falta de capacidad portante del nivel de desplante
- Alto contenido de humedad

D.1.3.3.1 Falta de diseño y planificación del desarrollo de las celdas y Macroceldas

- No se atiende el concepto de "Proyecto", desde el punto de vista de la Planificación.
- En el presente caso de la operación del Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, el proyecto completo era obligatorio y tenía carácter contractual.
  - ✓ El RSNJA inició operaciones en el sector norte y parte alta del predio, en fecha 01 de octubre de 2004, en las celdas denominadas Celda de Emergencia Nº1 y Celda de Emergencia Nº2, en base a un proyecto y diseño presentado ante la autoridad ambiental, por entonces llamada Prefectura del Departamento de La Paz, como parte del documento Plan de Emergencia para la Prevención y Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental, de fecha septiembre 2004; con la finalidad de obtener la Licencia Ambiental Eventual
  - ✓ Las Celdas 1 y 2 de la Macrocelda Nº1 y fueron operadas entonces por la empresa Clima Ingeniería Ambiental.
  - ✓ En el proceso de licitación, el oferente adjudicado, (SOCIEDAD ACCIDENTAL CONCORDIA DIMENSIÓN ENASA posteriormente denominada TERSA S.A.), que a la postre resultó la adjudicada, presentó en su oferta un diseño de explotación del sitio, con planos generales y detalles constructivos, que incluyen el manejo, control y tratamiento de lixiviados y manejo, control y quema centralizada de biogás.
  - ✓ Antes del inicio de operaciones, TERSA presentó al SIREMU un proyecto individual para la Celda 3 de la Macrocelda Nº1, con el diseño de una trinchera contigua a la Celda 2 y ocupando el frente destinado al área de control de lixiviados del proyecto anterior, además de apegarse al muro térreo natural llamado Dorsal Sur; sobreponiendo celdas de residuos por el método de área encima de las Celdas 1 y 2.
  - ✓ El proyecto de la Celda 3, modificó la concepción del proyecto global elaborado en febrero de 2005, convirtiéndolo en obsoleto.
  - ✓ En lo sucesivo, TERSA presentaba diseños individuales para el avance y explotación del RSNJ.
  - ✓ El desarrollo de las celdas fue de forma improvisada.
- Este hecho tiene que ver con el deslizamiento ya que se realizaron trabajos para habilitar celdas en forma desordenada, sin estudio de suelos para el nivel de desplante de cada celda, que debería ser sobre la formación La Paz, acorde con el Manual de Operaciones.
- No se contempló realizar análisis de estabilidad de taludes, tampoco contaban con una programación de la secuencia de las áreas operativas.
- Sin estudio de la escorrentía superficial para cada celda. Deberían contar con el diseño de empalme de geomembrana entre celdas circundantes, anclaje apropiado de las mismas.
- La falta de planificación de la secuencia de descarga de residuos, complicaba el acarreo al frente de trabajo, dificultaba la conformación de la celda diaria acorde con las dimensiones exigidas en el Manual de Operaciones y la cobertura diaria.

D.1.3.3.2 Volumen y Superficie del deslizamiento.

D.1.3.3.2.1 Cálculo del Área Afectada por el Colapso

Se distinguen tres áreas definidas para el presente estudio:

Tabla D-4 Relación de áreas afectadas por el deslizamiento

I.	Área del bloque desplazado	2,23 Ha
II.	Área afectada por el asentamiento:	1,19 Ha
III.	Área de deslizamiento y derrame de líquidos lixiviados	6,85 Ha

Fuente: Elaboración Propia

Se destaca el área afectada por el asentamiento porque ha contribuido al incremento del derrame de líquidos lixiviados, al liberarse un volumen acumulado internamente, tal cual fuere la rotura de un reservorio.

De acuerdo con la tabla anterior, se puede decir que el

ÁREA AFECTADA POR EL DESLIZAMIENTO = 9,08 Ha

ÁREA TOTAL AFECTADA POR EL COLAPSO = 10,27 Ha

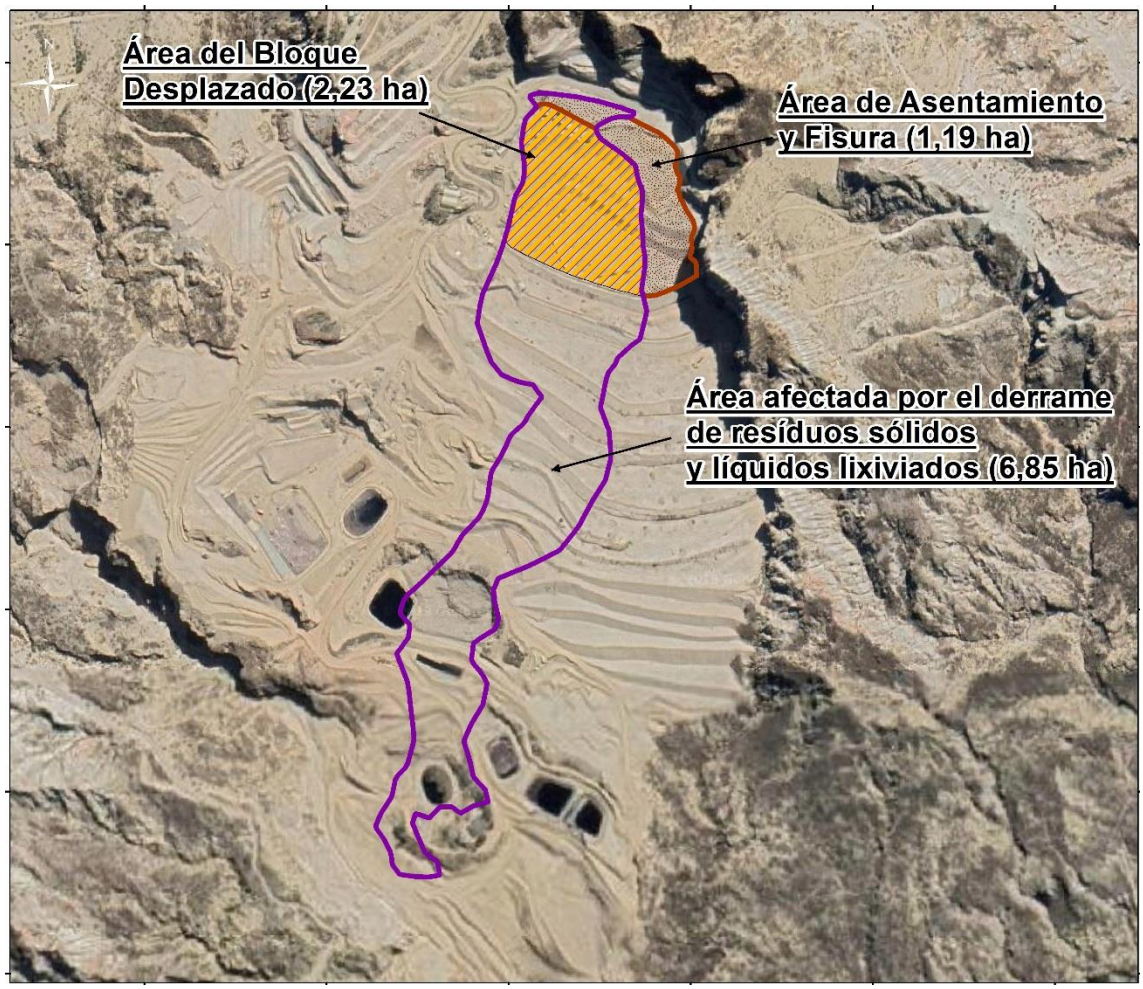


Figura D-5 Área afectada por el colapso
Fuente: Elaboración Propia

D.1.3.3.2.2 Cálculo del volumen de residuos desplazado

VOLUMEN DE RESIDUOS DERRAMADOS = 152.815,43 m³

D.1.3.3.3 Volumen de Lixiviado Descargado en el Deslizamiento

Se reporta la siguiente Tabla:

Tabla D-5 Estanques enterrados

ESTANQUE	CAPACIDAD (m³)
EG-1	5.000
EG-2	2.800
EG-ANAEROBIO	3.000
EG-AEROBIO	2.500
CLARIFICADOR SECUNDARIO	60

Fuente: Informe Tecnico INF/MMAYA\VAPSBIDGGIRS N° 0014/2019 MMA yA/2019-02003

D.1.3.3.4 Análisis Comparativo de Diseños de Ingeniería (Aprobados en el Manifiesto Ambiental con el Estado Real de Construcción)

Tabla D-6 Disposición de Celdas y Macroceldas

DESCRIPCION	UNIDAD	MANIFIESTO AMBIENTAL	CONSTRUIDO HASTA 12/09/2019
		CARACTERÍSTICA	
AREA DEL PREDIO	Ha	40,00	40,00
AREA DESTINADA AL PROYECTO	Ha	20,00	40,00
AREA MACROCELDAS DE R.S.M.	Ha	8,41	10,48
NÚMERO DE MACROCELDAS	No	4,00	5,00
NÚMERO DE CELDAS	No	8,00	12,00
AREA CELDA DE RESIDUOS PATOGENOS	Ha	0,37	0,51
AREA TOTAL DE RESIDUOS	Ha	8,78	12,51
AREA DE MANEJO DE LIXIVIADOS	Ha	1,35	0,46
AREA DE AMORTIGUAMIENTO	Ha	8,59	1,23
AREA DE OBRAS COMPLEMENTARIAS	Ha	1,28	1,28
VIDA UTIL	año	13,00	16,00
VOLUMEN EXCAV. PARA ADECUACION	m³	1.255.859,21	Sin datos
FECHA INICIO DE OPERACIONES		01/11/2004	01/07/2006
FECHA PROYECTADA CIERRE DE OPERACIONES		30/10/2017	00/09/2019
GENERACION R.S /día AL INICIO DE OPERACIONES	ton	495,19	487,17
GENERACION R.S /día AL FINAL DE OPERACIONES	ton	654,19	647,59
DOC. LEGAL AMBIENTAL DE INICIO DE OPERACIONES		LIC. EVENTUAL	28/04/2010
FECHA DE EMISION DE LICENCIA		27/10/2010	15/01/2019

Fuente: Elaboración propia

D.1.4 Descripción del Área de Estudio

D.1.4.1 Área de influencia Directa (AID)

Tabla D-7 Superficie de Área Directa

Descripción	Superficie	
	m^2	Has.
Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ)	400,000.00	40.00
Área excedente de deslizamiento	2,492.56	0.25
Área Adicional	115,713.66	11.57
Área Ocupada por Celda 15	51,593.78	5.16
Total		**56.98**

Fuente: Elaboración propia

D.1.4.1.1 RSNJ

Es la superficie de propiedad del GAMLP, destinado a la construcción del Relleno Sanitario. El documento de propiedad señala que el GAMLP ha adquirido 40 Has.

D.1.4.1.2 Área de Deslizamiento y Derrame

Gran parte del área de deslizamiento se encuentra dentro del área del RSNJ, sin embargo, existe un área que se encuentra fuera de dichos predios. El área asciende aproximadamente a 2,492.56 m^2.

D.1.4.1.3 Adicional

El Área Adicional fue incorporada al Área de Influencia Directa (AID) por encontrarse esta área intervenida por actividades propias de RSNJ, motivadas las mismas por el evento (invasión de parte del deslizamiento y lixiviados) y por identificación del operador de entonces como un sitio donde deberían efectuarse labores de protección.

- Se han podido identificar tres diques construídos luego del evento, para evitar que el flujo atraviese el curso de la quebrada Alpacoma. Dos de esos diques se encuentran dentro de lo que se ha definido como AID; el tercero se encuentra dentro del AII. El área circundante a dos de los diques ha sido incorporada al AID.
- Dentro del predio del RSNJ, en la parte sur, se encuentra la "dorsal sur", conformada por formación La Paz. En la parte sur de dicha dorsal, se efectuaron obras de protección y acceso, banquinas y posteriormente estanques para lixiviados. Al estar relacionadas dichas obras con los trabajos propios del RSNJ, esta área ha sido incorporada al Área de Influencia Directa.

La superficie del área adicional está señalada en la Tabla D-7.

D.1.4.1.4 Celda 15

Por haber sido habilitada esta celda para descargar parte de los residuos sólidos proveniente del deslizamiento, se ha visto conveniente incorporar el área de esta celda y sus accesos y área de circulación como parte del Área Directa. El área alcanza a aproximadamente 51,593.78 m^2.

D.1.4.2 Área de Influencia Indirecta

Fue determinada considerando el alcance de los posibles impactos ambientales sobre los factores de la Calidad del Aire, Suelos, Aguas superficiales (cursos de agua superficial Alpacoma y Achocalla), Aguas Subterráneas y la salud humana.

En el transcurso de los trabajos de campo de la Fase 2, se evidenció que el AII no puede tener un perímetro regular para los factores identificados, colectados y medidos. El RSNJ se encuentra en un área casi rural. Sin embargo, al norte del RSNJ existe una población aledaña dispersa asentada (ladrilleras) desde algunos años atrás.

Con base en los trabajos de campo realizados, se puede asumir una distancia referencial máxima de 2,0 Km desde el RSNJ, para el factor ambiental de aguas superficiales.

Por inspecciones conjuntas con personeros del GAMLP (Ing. Rubén Ledezma, Ing. Denis Méndez y otros) para establecer el alcance del AII, llegamos hasta las áreas donde llego el deslizamiento, en el área del dique 3 (pasando la quebrada Alpacoma) y en la confluencia de esta quebrada con el río Achocalla, metros arriba donde se construyó el represamiento 1 (criterio ambiental).

La aplicación de la evaluación socio-económico-cultural fue delimitada hacia la población existente al Norte del RSNJ, haciendo hincapié en la línea de salud. También se evaluó la calidad del aire hacia el Norte, direccionada al probable impacto en la salud de la población aledaña al RSNJ. Bajo los dos criterios ambientales y de salud se delimitó el AII como se refleja en la Tabla D-8:

Tabla D-8 Superficie de Área Indirecta

Descripción	Superficie	
	m^2	Has.
Área Indirecta – Criterio Ambiental	1,735,300	173.53
Área Indirecta – Criterio Socioeconómico	455,200	45.52
Total		219.05

Fuente: Elaboración propia

D.1.4.2.1 Línea de Medio Ambiente

El grado de influencia indirecta está determinado por el alcance de afectación al medio ambiente, por el probable impacto sobre los recursos hídricos circundantes y el deterioro de la calidad del aire por partículas biológicas viables, biogás y olores.

- Efecto ambiental negativo debido a la calidad de las aguas superficiales hasta una distancia máxima de 2.0 km.
- Efecto ambiental negativo en la población ubicada en la parte Norte del RSNJ por posible contaminación del aire (biogás y olores)

La existencia de una posible afectación por "descargas" subsuperficiales del RSNJ hacia el curso de agua superficial Alpacoma. La evidencia se determina con dos puntos de muestreo de aguas AG-02 AA ALPA y AG-03 AA ALPA, ubicados en puntos de monitoreo a 100 m y 2 Km, respectivamente, en dirección Este respecto a la ubicación del RSNJ. El deterioro de la calidad del Aire por concentraciones de biogás (CH_4, CO_2) y olores (SH_2) y su transporte debido a corrientes de aire convectivo hacia el noroeste (población) puede afectar hasta una distancia de 1.6 km, empero, para efectos de seguridad se asumió una afectación hasta una distancia de 2.0 km.

D.1.4.2.2 Línea Socioeconómica (Predominancia de Salud)

Se toma en consideración la información secundaria colectada de centros de salud que atendieron los efectos en la salud de la población debido al deslizamiento. Al inicio de la operación de RSNJ no existía población aledaña cercana al mismo. Hoy el grado de afectación del RSNJ a la población aledaña actual podrá contar con indicios valederos por medio del levantamiento de encuestas directas.

Se considera el siguiente criterio de salud (socioeconómico):

- Impacto por malos olores provenientes del RSNJ que son dispersados por la dirección prevalente del viento hacia la parte noroeste donde existe población aledaña (ladrilleras).

D.1.4.3 Área Total de Estudio (sumadas las áreas Directa e Indirecta)

A continuación, se inserta la tabla que refleja las superficies del Área Directa y el Área Indirecta.

Tabla D-9 Superficie Total Área de Estudio

Descripción	Superficie		Has
	m^2	Has.	Parcial
Área Directa			56.98
Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ)	400,000.00	40.00	
Área excedente de deslizamiento	2,492.56	0.25	
Área Adicional	115,713.66	11.57	
Área Ocupada por Celda 15	51,593.78	5.16	
Área Indirecta			219.05
Área Indirecta – Criterio Ambiental	1,735,300.00	173.53	
Área Indirecta – Criterio Socioeconómico	455,200.00	45.52	
Total			276.03

Fuente: Elaboración Propia

D.1.5 Identificación y Evaluación de Condiciones Previas

D.1.5.1 Evaluación por Períodos

Se divide en tres períodos, el primero, corresponde de octubre de 2004 hasta 2009, el segundo, corresponde al inicio del trámite de obtención de la Licencia Ambiental permanente hasta su conclusión el 27 de octubre de 2010 y finalmente el tercero después del evento a la fecha de inicio de la AA. Este último periodo, también corresponde a las condiciones previas a la AA, pero es desarrollado en el Informe Legal como disposición emanadas por la AACN.

La información ambiental en el primer periodo demandada al GADLP no fue recibida porque no estaba "disponible", salvo información escasa del proceso de obtención de las Licencias Ambientales Eventuales. En el segundo periodo se evalua los aspectos técnico-administrativos presentados y aprobados en el Manifiesto Ambiental por la AACN, así como los Informes de Monitoreos (semestrales y anuales) y la información recibida en la Consultora.

El alcance metodológico para desarrollar el título comprende temáticas componentes integrantes de la gestión administrativa, operativa, ambiental, seguridad e higiene, infraestructura y mantenimiento.

El área destinada al proyecto, operación y mantenimiento del Relleno Sanitario Nuevo Jardín, está ubicada en el Municipio Nuestra Señora de La Paz, Cantón La Paz según Jurisdicción Ley N° 1669 con Certificado de Registro Catastral en mayo de 2010. La documentación legal demuestra que en los años 2004 a 2012 la actividad perteneció al Macrodistrito 1-Cotahuma, formando parte de la transición generada a partir de la promulgación de las Leyes Municipales Autonómicas N° 017 – 024 del 18 de octubre de 2012, lo que determinó que reformulaciones de las divisiones distritales del Municipio, aprobadas bajo Ordenanzas Municipales de los años 2012 y 2015, el predio del Relleno Sanitario Nuevo Jardín forme parte del Distrito 4 del Municipio de La Paz.

En base al Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Adecuación, Seguimiento y Control Ambiental, en el Cuadro A-21, que se encuentra en la página 53 de este documento, se presenta la Identificación y Evaluación de la Condiciones Previas Ambientales.

La descripción, formato, identificación y evaluación de las condiciones previas técnicas y ambientales en el documento Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental sirvieron como base fundamental de información para elaborar el Manifiesto Ambiental, salvo algunas particularidades descritas en el Plan de Prevención, un importante contenido de la información del Plan fue reproducida en la elaboración del Manifiesto Ambiental.

Por ejemplo, las descripciones de geología local, geomorfología, hidrogeología, geotecnia, suelos, ensayos de peso específico, estudios geofísicos con sus resultados de los sondeos geo-eléctricos, riesgos naturales, hidrología, análisis pluviométrico, estudio meteorológico, flora, fauna y ambiente socioeconómico. El texto completo del Plan de Prevención está contenido de manera inextensa en Anexos 2 y 5 del MA. Dichos estudios fueron elaborados a fines de la gestión 2004 y parte de 2005, posteriormente, con un alcance contextualizado fueron presentados en el trámite del Manifiesto Ambiental en el año 2010.

Por esta razón, para evitar la duplicidad de análisis de poca practicidad, los factores técnicos serán identificados y evaluados en el contenido del Manifiesto Ambiental en la parte de Anexos. Sin embargo, ciertas particularidades contenidas en el Plan son analizadas en el Cuadro A-13 que se encuentra a partir de la página 37 del documento.

- Se declara Zona de Emergencia Municipal el Relleno Sanitario de Mallasa (RSM) mediante D.S. 27626 de fecha 13 de julio de 2004, se dispone llevar a cabo el Plan de Traslado y Cierre del RSM hacia un nuevo emplazamiento.
- Para el nuevo Proyecto era necesario elaborar un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, por aplicación de la Ley 1333 Medio Ambiente y las NB 757 y 760, cuando el GAMLP requería de forma inmediata dar continuidad al servicio de disposición de RS del Municipio. De ese modo, con aprobación social de entidades, autoridades y comunarios, se logra contar con una Licencia Eventual N° PREF – DDRNMA – LE – 001 – 04, en un mes, aprobada en fecha 29 de septiembre de 2004; para el nuevo Proyecto de disposición final de RS ubicado en la zona de Alpacoma.
- Esta modalidad de trámite fue procedente por aplicación de la Ley 1333 Medio Ambiente, arts. 17°, 18° y 19°, además del Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos, art. 86° por la Autoridad Ambiental Competente Departamental, denominada en ese año, Prefectura del Departamento de La Paz. No se identifica y evalúa del cumplimiento de los compromisos ambientales asumidos en la Licencia Eventual porque la documentación de respaldo no fue entregada a la consultora auditora por la actual Gobernación Departamental de La Paz.

A continuación, la valoración de los cuadros presentados a partir de la página 37 :

- ✓ El tiempo proyectado y comprometido en la solicitud de la Licencia Eventual era de 10 meses, en correlación al diseño de la celda de emergencia y su vida útil: 344 días. La AACD otorga ocho meses (240 días) en su aprobación Licencia Eventual N° PREFDDRNMALE-001-04 de fecha: 29/09/2004.
- ✓ La superficie para las operaciones del RSNJ se inicia en 20 has, con posibilidades de expansión a 80 has, para construir una planta de aprovechamiento de biogás, reciclaje, compostaje, tratamiento de lixiviados y área de disposición de otros residuos (peligrosos).

- ✓ El Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental considera el Programa de Monitoreo para los factores agua en lixiviado y superficiales y aire, sin considerar PST's, PM10 y partículas biológicas viables. Los factores suelos, aguas subterráneas, riesgos y seguridad ocupacional, no son considerados en el plan.
- ✓ El Programa de monitoreo para agua y biogás considera una descripción de la metodología de toma de muestras, ubicación, parámetros a analizar, personal y material requerido, frecuencia, obras, costo y cronograma y funciones y responsabilidad del personal encargado.
- ✓ El enfoque inicial del Plan conlleva hacia un proyecto de Relleno Sanitario, reduciéndose en la Memoria Descriptiva (Anexo 1) al diseño de la celda de emergencia, no se incluyen planos de ubicación, planimetría general, perfiles longitudinales, transversales y detalles constructivos de la celda de emergencia.

(Ver Cuadro A-14, que se encuentra en página 43 del presente documento).

La Licencia Eventual se amplía en siete (7) oportunidades. Desde el 28 de abril de 2010 hasta el 27 de octubre de 2010 (seis meses) la AOP opera sin contar con una Licencia Ambiental; mientras se tramita la aprobación de su Manifiesto Ambiental. El respaldo de los documentos presentados de solicitud de ampliaciones y el seguimiento a los monitoreos para su actual evaluación no fue entregada por el GADLP a la Consultora Auditora. La evaluación de la correspondencia como se demuestra en el cuadro anterior, expone un proyecto que tuvo ampliaciones informadas sobre las MC 1 y 2 aplicando la vigencia de la emergencia inicial. Hasta el año 2010, no se incorpora en la Licencia Eventual la MC 3 construida bajo autorización de la comunicación oficial SIREMU/C-OF- DS/0696/2006 de fecha 25 de mayo de 2006.

Las situaciones imprevistas y tiempos limitados, no podrían haberse ampliado por más de 5 años, este hecho fue cuestionado por la AACD en su nota PDLP-AMA-C-0574/10 de fecha 18 de mayo de 2010 a la GAMLP en la que se exige la situación imprevista que motive a una sexta prórroga de esta actividad, de igual manera se aprueba hasta una séptima ampliación, por tanto, el RGRS fue aplicado por ambas instituciones de manera parcial sin el complemento de otros artículos y reglamentos del mismo Decreto Supremo.

Las entidades involucradas en el desarrollo de esta Licencia como responsables del cumplimiento de la normativa ambiental fueron los Gobiernos Autónomo Departamental de La Paz, Municipal de La Paz y el operador desde la vigencia de su contrato.

Los Cuadros que reflejan las Condiciones Previas con detalle son:

Cuadro A-14 Licencia Eventuales – Aspectos Administrativos, página 43
Cuadro A-15 - IECP - Manifiesto Ambiental – Área Administrativa, página 44
Cuadro A-16 IECP – Manifiesto Ambiental - Aspectos Físicos, página 45
Cuadro A-17 IECP Manifiesto Ambiental – Descripción de las Operaciones, página 46
Cuadro A-18 IECP – Manifiesto Ambiental - Generación y Emisión de Contaminantes, página 50
Cuadro A-19 IECP Manifiesto Ambiental - Información Adicional, página 51
Cuadro A-20 IECP – Manifiesto Ambiental - Analisis de Riesgo – Plan de Contingencias, página 51
Cuadro A-21 IECP – Identificación de Deficiencias y Efectos – Anexo A Manifiesto Ambiental, página 52.
Cuadro A-22 IECP – Manifiesto Ambiental – Plan de Adecuación Ambiental – Anexo B, página 54
Cuadro A-23 IECP – Manifiesto Ambiental - Programa de Monitoreo – Anexo C, página 55
Cuadro A-24 IECP – Manifiesto Ambiental Anexo 1 – PAA – PASA, página 56

AA ALPA 401

Cuadro A-25 IECP – Manifiesto Ambiental Anexo 2 – Descripción de la Actividad, página 58

El procedimiento administrativo para la obtención de la Licencia tuvo la evaluación en el Cuadro A-26 que se encuentra en la página 94 del presente documento.

D.1.5.2 Condiciones Previas Ambientales

D.1.5.2.1 Agua: Calidad de Aguas Superficiales, año 2010.

El laboratorio empleado para los muestreos y análisis de aguas de la quebrada Alpacoma fue la Unidad de Control Ambiental del Municipio y un profesional independiente. Para la evaluación comparativa de los resultados se aplicó el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH), Anexo A-2, Límites Permisibles para Descargas Líquidas.

- Dos muestreos en dos fechas, junio y agosto de 2010 con diferentes y contradictorios resultados
  - Primera campaña, exceden los límites para el DQO, DBO5 y cadmio (Cd)
  - Segunda campaña, no excede ninguno de los límites de la primera campaña, excepto los coliformes totales y fecales con indicadores ambientales para ese parámetro de 7.500 y 15.000 veces en exceso al límite referencial establecido por el Representante Legal de la AOP-RSNJ (Anexo A-2 RMCH).
- Se concluye que la calidad del agua de la quebrada Alpacoma (agua de la peor calidad, Clase D)
  - No apta para ningún tipo de uso doméstico
  - No apta para uso recreativo
  - No apta para protección de recursos hidrobiológicos
  - No apta para riego
  - No apta para cría de animales
  - No apta para consumo humano
- Existe una distancia de 88 metros desde los estanques de almacenamiento de lixiviados hasta la quebrada Alpacoma, lo que representa un claro incumplimiento a la NB 757 respecto a la distancia mínima que debe tener un relleno sanitario respecto a un cuerpo de agua.
- En el MA no se informa sobre colecta y resultados de análisis de muestras de aguas subterráneas, este aspecto es considerado como una medida de adecuación dentro del PAA – PASA, pero sin contar con una Línea Base Ambiental que pudo ser referente imprescindible y elemento comparativo para futuras evaluaciones.

D.1.5.2.2 Aire: Calidad del Aire: Ruido, PST, Partículas Biológicas Viables y Biogás.

D.1.5.2.2.1 Biogás, 2010

- En el Manifiesto Ambiental (MA) del RSNJ, no informa el laboratorio acreditado o profesional que midió o valoró la información reportada en este documento. Se evaluaron las concentraciones del biogás en la Zona E (Emergencia) y M (Macrocelda) en operación, sin mayor descripción.
- Para evaluar los resultados de la concentración de los componentes del biogás en la Zona E se emplean promedios indicándose que el metano tiene 8.44%, dióxido de carbono 8% y O2 15.2% en los captadores 12, 13, 14, 19 y 21. Mientras que en la Zona M el metano tiene 10.2%, dióxido de carbono 7.5% y O_2 13.7% en los captadores 1, 14 y 15.

D.1.5.2.2.2 Ruido, año 2010

- Celdas (1, 2, 3 y 4), Sector Norte: Of. TERSA y gruta con un valor estable equivalente a 50.7 dBA

- Sector Oeste: Depósito de "queques" con valor fluctuante de 40.8 dBA
- Sector Este: Macrocelda de Emergencia con un valor estable de 42.2 dBA
- Sector Sur: PTL con un valor fluctuante de 55 dBA.

Los cuatro niveles sonoros en los cuatro puntos cardinales del RSNJ se encuentran dentro del Límite Permisible de 68 dBA (admisible con una variación mayor al 10%) *"Anexo 6 del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA)".*

D.1.5.2.2.3 Partículas Suspendidas Totales (PST), año 2010

Se efectuó por medio de la medición de las Partículas Suspendidas Totales (PST) el 24 de julio de 2010. El resultado reportado fue de 238 µg/m^3, valor sin exceso al límite permisible de 260 µg/m^3 medido en 24 horas. No se incluye el dato de ubicación del punto de muestreo, lo que reduce la representatividad de la medición.

D.1.5.2.2.4 Partículas Biológicas Viables, año 2010

La medición de Partículas Biológicas Viables (PBV) llevada a cabo el 24 de julio de 2010, estableció la calidad del aire se encontraba impactada con grado de contaminación de bacterias (recuento total) y hongos en los niveles siguientes:

Tabla D-10 Partículas Biológicas Viables

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	SECTOR	UFC/m^3	CONDICION
Recuento Total	Bascula	1120	Contaminado
Hongos		860	Contaminado
Estafilococos		0	Sin observación

Fuente: Manifiesto Ambiental del RSNJ, 2010

Para determinar la condición ambiental o de impacto ambiental en la calidad del aire por este parámetro de fundamental importancia, emplearon la Escala de Pierre Boutin con Unidades Formadoras de Colonias por metro cúbico (UFC/m^3), en el nivel de 801 a 2500 que tiene una calificación de Contaminado[17].

D.1.5.3 Condiciones Previas Informes de Monitoreo Anual (IMA´s)

D.1.5.3.1 Agua: Calidad de Aguas Superficiales, años 2010-2018

Desde el año 2010 al 2018 con información de los IMA's para aguas superficiales en el área del RSNJ, arrojan la siguiente evaluación respecto a los Límites Permisibles establecidos en el Anexo A-1 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (R.M.C.H.).

Se presenta la evaluación para los dos puntos de muestreo:

- **(RA-50) Muestra tomada a 50 m antes del punto de encuentro de las aguas pluviales con quebrada natural al oeste del relleno sanitario.**

La Tabla A-10, que se encuentra en la página 98 del presente documento indica lo reportado por IMA´s 2010 – 2018 RSNJ.

Por su parte, los parámetros que se encuentran dentro de los límites permisibles son:

Conductividad	$SO_4^{=}$	CN^-,	Cr^{+3}
Dureza Total	Cl^-	$S^{=}$	Cu

[17] Fuente: Bacterial Atmospheric Contamination in Wastewater Treatment Plants, Boutin M. Torre J. Moline E Bolssinot. Advances in Aerobiology 1987

Alcalinidad Total	NO_3^-	Ca	Hg
$CO_3^=$	NO_2^-	Mg	Zn

Para la Clase D, según Anexo A-1 del RMCH, la conductividad, dureza total, alcalinidad total y carbonatos no tienen Límites Permisibles en el Anexo A-1. El pH con un valor de 8 se encuentra dentro de la escala de su Límite Permisible de 6 a 9.

La segunda muestra de agua superficial corresponde a la descripción del punto de muestreo:

- **(RA+100) Muestra tomada a 100 m después del punto de encuentro de las aguas con quebrada natural al este del relleno sanitario.**

Las concentraciones de parámetros analizados que exceden cada uno sus Límites Permisibles referenciales se muestran en la Tabla A-11, que se encuentra en la página 99 del documento.

Las concentraciones de aguas superficiales de la quebrada Alpacoma en RA+100 como la

Conductividad	$SO_4^=$	CN^-,	Cr^{+3}
Dureza Total	Cl^-	$S^=$	Cu
Alcalinidad Total	NO_3^-	Ca	Hg
$CO_3^=$	NO_2^-	Mg	Zn

tomada 100 m después del punto de encuentro de las aguas con quebrada natural al este del relleno sanitario, se encuentran dentro los límites permisibles para la Clase D, según Anexo A-1 del RMCH. La conductividad, dureza total, alcalinidad total y carbonatos no tienen Límites Permisibles en el Anexo A-1. El pH con un valor de 7.9 se encuentra dentro de la escala de su Límite Permisible de 6 a 9.

D.1.5.3.1.1 Calidad de Aguas Subterráneas, años 2010-2018

Los indicadores de calidad de las aguas subterráneas de parámetros analizados en laboratorio exceden cada uno sus Límite Permisibles referenciales del RMCH, Anexo A-2 para aguas subterráneas, se muestran en la Tabla A-12 de la página 100.

Las concentraciones de aguas subterráneas del RSNJ para un solo punto de muestreo como la

Conductividad	A&G	Cl^-	CN^-	Mg	Hg	Cd
Dureza Total	$CO_3^=$	NO_3^-	$S^=$	Cr^{+3}	Zn	Pb
Alcalinidad Total	$SO_4^=$	NO_2^-	Ca	Cu	As	P

se encuentran dentro los límites permisibles del Anexo A-2 del RMCH, con inicio de los A&G en 10 y siguiendo con el cianuro con 0,2, 2, 1.0, 1.0, 1.0, 0,002, 3, 0,5, 0,15, 0,3 y 0.326 mg/l, respectivamente, cumplen con lo establecido en el Anexo A–2 del R.M.C.H. La conductividad, dureza total, alcalinidad total, carbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos, nitritos, calcio, magnesio y fósforo no tienen Límites Permisibles en el Anexo A-2. El pH con un valor de 8 se encuentra dentro de la escala de su Límite Permisible de 6 a 9.

D.1.5.3.1.2 Lixiviado

Tabla D-11 Concentraciones Lixiviados

PARÁMETROS	**IMA 2018 – I**		**IMA 2018 – II**	
	EAN 118 (1)	**CLA 118 (2)**	**AE 218 (3)**	**1 EG1-2018 (4)**
conductividad	35300 µS/cm	3660 µS/cm	30900 µS/cm	41800 µS/cm
DBO5	35617 mg/l	17061 mg/l	906 mg/l	3246 mg/l
DQO	86269 mg/l	70973 mg/l	4046 mg/l	39617 mg/l
sulfatos			23 mg/l	371 mg/l

cloruros	2360 mg/l	417 mg/l	2949 mg/l	3222 mg/l
amonio	2560 mg N - NH4/l	68 mg N - NH4/l	92 mg/l	200 mg/l.
calcio	679 mg/l	10 mg/l		
magnesio	247 mg/l	14 mg/l		

(1) = Estanque Anaerobio
(2) = Clarificador
(3) = Estanque Anaerobio
(4) = Estanque Geomebrana

En conjunto demuestran una diferencia considerable entre los valores de concentración que determinan la calidad del líquido y la eficiencia del tratamiento o requerimientos para acciones posteriores de la Planta de Tratamiento de Lixiviados. La selección de los puntos de muestreo no permite realizar una evaluación que demuestre la etapa de biodegradabilidad de los residuos o la eficiencia del sistema de tratamiento.

D.1.5.3.2 Aire: Ruido, años 2010 – 2018

Ninguna de las mediciones excede el valor referencial de 68 dBA para los cuatro puntos cardinales de las cuatro zonas.

Los monitoreos de ruido otorgan un valor de referencia que corrobora la inexistencia de alteración de la calidad atmosférica por la presencia de la actividad sobre unidades colindantes, sin embargo, no representa un indicador de evaluación de un impacto identificado en la calidad del aire según Anexos A y B del formulario MA y Anexo 1 del documento.

La información disponible no reporta mediciones de ruido ocupacional que respondan a este requerimiento.

D.1.5.3.2.1 Partículas Suspendidas Totales (PST) y Partículas Menores a 10 Micrones (PM10) (Años 2010 – 2018)

En los IMA´s la evaluación de la calidad del aire en el RSNJ para Partículas Suspendidas Totales (PST) se llevó a cabo desde el segundo semestre de 2010 hasta el segundo semestre del año 2018, en ese periodo se reportó un exceso al límite permisible de 260 µg/m3 con un valor de 268.33 µg/m3.

La evaluación de las Partículas Menores a 10 Micrones (PM10) se realizó del primer semestre del año 2012 hasta el segundo periodo del año 2018, en ninguno de esos periodos semestrales se excedió el límite permisible referencial de 150 µg/m3.

D.1.5.3.2.2 Partículas Biológicas Viables, años 2010 – 2018

El resultado de la evaluación de los datos obtenidos en la Línea Base Ambiental es explicado a partir del siguiente gráfico:

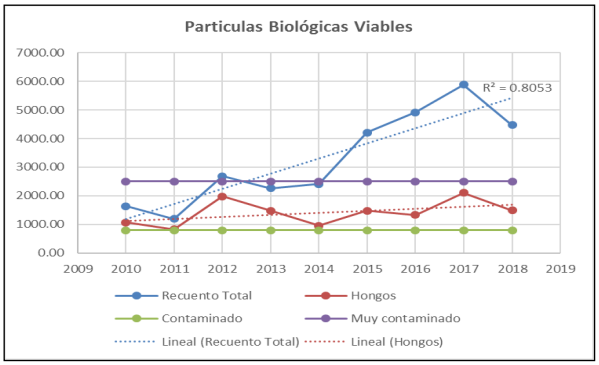


Gráfico D-1 Partículas Biológicas Viables
Fuente: Elaboración propia. Los Álamos IC SRL.

El Recuento total de partículas biológicas viables (PBV) tiene una tendencia de incremento en el tiempo, debido a la línea de tendencia con un índice de correlación del 80%, debido a que la calidad del aire del RNSJ está calificada como Muy contaminada.

Por su parte, la proliferación de los hongos en tendencia histórica desde el 2010 al 2018, se encuentra entre Contaminado a Muy Contaminado con la probabilidad de que se mantenga con ese comportamiento.

D.1.5.3.2.3 Gases de combustión

La información disponible para respaldar el mantenimiento preventivo de maquinaria y de esta manera reducir la emisión de gases contaminantes, se basa en la presentación de Certificados de Control de Opacidad de mediciones realizadas en fechas 13, 14 y 16 de noviembre de 2018, para volquetas, camiones, retroexcavadora, pala cargadora, camionetas, excavadora y compactadoras, con resultado final Aprobado.

No se observa mayor respaldo sobre la medición de opacidad en maquinaria en el periodo 2010 a 2018 (primer semestre), que permite cumplir la frecuencia de monitoreo semestral descrita en Anexo C y Anexo 1, PASA.

D.1.5.3.2.4 Biogás, años 2010 - 2018

La evaluación de la generación de biogás en el RSNJ para el periodo indicado, se encuentra en su fase metanogénica, ya que la operación en Alpacoma comenzó en el año 2004.

- Gestiones 2010 a 2014 mediciones dos veces en las zonas E, M1 y M2 con valores promedio de 9,5% de CH_4; 6.7% de CO_2 y O_2 con 15.45%. Mediciones (2012) en las zonas MC4 - MC2 con valores promedio reportados de 6.4% de CH_4; 4.1% de CO_2 y O_2 con 17.5%, otras (2013) en las zonas MC 1, 2 y 4 con valores reportados de 9.1% de CH_4; 5.7% de CO_2 y O_2 con 15.6%, y, el 2014 en las MC 1, 2 y 3 con valores reportados de 11.0% de CH_4; 6.6% de CO_2 y O_2 con 15.6%.
- Año 2015 hasta el año 2018 se hicieron mediciones en las MC 1, 3 y 4, reportándose resultados promedio de 9.13% de CH_4; 6.42% de CO_2 y O_2 con 15.45%. El resto del porcentaje que considerado como Balance que agrupa a los componentes del biogás en un valor promedio de 69.0% para el último periodo de 2015 a 2018.
- La información referente al inventario de emisiones fugitivas se publica a través de los IMA's II-2010 a II-2018, identificando cada punto con banderolas, el color entre rojo, amarillo, anaranjado y verde está definido por el nivel de explosividad, la existencia de CH4 se manifiesta

en casi todos los puntos a excepción de 6 de un total de 196 puntos evaluados en las MC 1, 2, 3 y 4.

D.1.5.3.3 Suelos: Calidad química de suelos, años 2010 – 2018

- Período 2010 a 2018: Evaluación de la calidad química de los suelos orientada a tipo agrícola (evaluar la fertilidad de suelos), debido a que elección de los parámetros fueron el nitrógeno total, carbón orgánico, materia orgánica, sodio intercambiable, potasio intercambiable, calcio intercambiable, magnesio intercambiable y acidez intercambiable, este enfoque no permite una valoración de su calidad ya que no existe parámetros o límites permisibles referenciales nacionales.
- Entre los resultados reportados en el seguimiento ambiental el pH tiene valores variables para la Muestra A entre 7.2 y 10, siendo el pH promedio para las áreas consideradas en esta muestra en un nivel de 8.95. La Muestra B tiene valores del pH mínimo y máximo entre 7.3 y 10 siendo el promedio para este sector evaluado de pH igual a 8.70.
- La conductividad eléctrica reportada en los informes de monitoreo para el sector de la Muestra A tiene valor promedio de 2.435 µS/cm, siendo el mínimo 17 µS/cm y el máximo extremo de 24.200 µS/cm. Los niveles reportados para la conductividad eléctrica en la Muestra B como valor promedio son de 1.185 µS/cm, siendo el valor mínimo 237 µS/cm y el máximo con 3.390 µS/cm.
- Parte de los suelos fueron regados con lixiviados proveniente de la Planta de Tratamiento de Lixiviado. También se elaboró "queques" con suelo virgen, estos suelos evaluados por su fertilidad. El reporte oficial otorgado por TERSA S.A respecto al movimiento de tierras para la elaboración de queques, permite obtener un cálculo promedio mensual de 149344,15 m3, demostrando un excedente 24,5 veces mayor al valor otorgado en el punto 3 del formulario de MA, demostrando un impacto no identificado por esta actividad.
- Los resultados de la IMA´s se encuentran en la Tabla A-13, de la página 104 y la Tabla A-14, de la misma página 104.

D.1.5.3.4 Situación de la vegetación, años 2010 – 2018

- Sin evaluación la situación de la flora y fauna según los reportes de los Informes de Monitoreo Ambiental (IMAs). Se realizaron reforestaciones sin precisión de ubicación y área definida y mantenimiento que demuestren la eficacia de la medida.
- La barrera viva fue parcialmente implementada según reporte de IMA's II-2010, II-2011 y I-2012, la ubicación no demuestra actualmente la ejecución de la medida. Los Informes de Gestión Mensual de TERSA para los años 2013, 2015 a 2019 describen una atención a la implementación de plantines, abastecimiento de recursos, riego, etc. sin éxito permanente, a pesar de la reposición de plantas, cuidado y riego reportados, otorgando la limitación del desarrollo, a las condiciones climáticas del área.
- Las vías internas fueron regadas con agua tratada de la PTL (según IGM 10/2018) y el área de amortiguamiento no es definido con claridad. Además, la existencia de plantas nativas en el área de influencia indirecta, mantienen su presencia con las mismas condiciones climáticas, sin mantenimiento permanente.
- Estos aspectos son indicadores de la eficiencia operativa de la PTL y las actividades complementarias.

D.1.5.3.5 Situación del factor fauna, años 2010 – 2018

- La Fauna no fue evaluada según los reportes de los Informes de Monitoreo Ambiental (IMAs). No se encuentra información que controle la existencia de animales al interior del relleno. La legislación ambiental no obliga la evaluación de este factor, su redacción considera que los factores abióticos no sean modificados en la vida operativa de la AOP.

D.1.5.3.6 Social: Situación socioeconómica del área, años 2010 – 2018

- La situación de este factor no fue evaluada según los reportes de los Informes de Monitoreo Ambiental (IMAs).

D.1.6 Situación Ambiental Actual

Con base en el Diagnóstico Ambiental presentado y aprobado en la Fase 2 de la AA se establece la Situación Ambiental Actual del Relleno Sanitario Nuevo Jardín con alcance a las AID y AII, a través de la descripción y análisis de los factores que lo componen a objeto de identificar y valorar su situación después del deslizamiento producido, evento que promueve la presente Auditoría Ambiental.

La información parcial, intermitente y tardía representó una limitante explicada en otro punto de este Informe Fase 3. A fin enmendar esta falencia recibimos información verbal directa de profesionales del relleno, habitantes aledaños y profesionales de centros de salud. Para completar, cada especialista recurrió a información secundaria para desarrollar su trabajo.

D.1.6.1 Alcance

El alcance geográfico de la Auditoría Ambiental consideró el área donde acontecen o pueden ocurrir los impactos ambientales negativos y el área hasta donde alcanzan los efectos en el medio ambiente y la salud humana. La evaluación de la situación ambiental actual, representa el estado ambiental posterior al deslizamiento.

En la Ilustración A-4, que se encuentra en la página 107, se aprecia el área AII demarcada con una línea anaranjada, el AID de línea amarilla y el área del deslizamiento demarcada con una línea morada, además de la ubicación de los tres diques de retención que construyó el GAMLP para evitar en lo posible los impactos severos a la quebrada Alpacoma, río Achocalla y río La Paz.

El Alcance también está referido al enfoque técnico, administrativo y ambiental de la elaboración del Manifiesto Ambiental, presentado y aprobado por la AACN, de este modo, determinar una situación ambiental actual en ese contexto del MA que contiene omisiones, gestión, diseño, construcción, operación y mantenimiento diferentes, representa enormes limitaciones, ya que al ser el MA un documento oficial aprobado, su evaluación comparativa podría no ser sustentable; muy a pesar de lo señalado y por el tiempo transcurrido entre el evento y el inicio de la AA.

D.1.6.2 Objetivo General

Identificar y establecer los impactos ambientales generados a raíz del deslizamiento de residuos sólidos del Relleno Sanitario Nuevo Jardín, a partir de un estudio multidisciplinario que demuestre el estado actual de todos los factores involucrados en el área de influencia directa e indirecta de la actividad.

D.1.6.3 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos son:

- Identificar los factores ambientales que han sido alterados a raíz del deslizamiento de residuos sólidos contenidos en el RSNJ.
- Informar sobre las condiciones ambientales actuales en el AID y AII del RSNJ y el área del evento del deslizamiento más obras de contención.
- Otorgar el soporte técnico para establecer un alcance normativo que pueda sostener los estudios y acciones posteriores de adecuación y/o remediación.
- Promover la detección de acciones correctivas necesarias para mitigar impactos adversos actuales.

D.1.6.4 Metodología

D.1.6.4.1 Trabajo en gabinete y campo

Durante la Fase 1 Planificación, se cursa solicitudes al Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAYA); Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP); Gobierno Autónomo Departamental de La Paz (GADLP); Empresa TERSA S.A. e instituciones involucradas para contar con información secundaria.

Esta información valiosa requerida es demorada e incompleta, así se inició la Fase 2 con Actividades en el Sitio a Auditar o trabajo de campo. Ambas fases están actualmente aprobadas.

D.1.6.4.2 Caracterización de factores ambientales

Cada factor ambiental es desarrollado en base a una metodología específica como sigue:

N°	Factor	Método Aplicado
1	Clima	Para la evaluación del clima se utilizó datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto de El Alto, estación meteorologica de segundo orden
2	Suelo	Recopiló, revisó y sistematizó información Se proceso imágenes satelitales Planificó y desarrolló el estudio geotécnico Se definió el volumen del área desestabilizada
3	Agua	Se recopiló con desarrollo descriptivo de cursos de agua superficial y subterránea: Recopiló, revisó y sistematizó información. Se procesó imágenes satelitales Trabajo de campo: colecta y medición de factores ambientales Calidad de aguas superficiales y subterráneas Pluma contaminante, si corresponde
4	Flora y Fauna	Flora: Identificación de especies por transecto para abarcar las AID y AII Fauna: Identificación de especies con punto de conteo para avifauna Fauna: Búsqueda de rastros y huellas,
5	Medio Humano	Encuestas a todos los trabajadores del RSNJ Encuentas a los comunarios aledaños al relleno Revisión de histórias clínicas, certificación defunción y visitas a centros de salud. Análisis y sistematización por el SNIS Acopio de datos estadísticos: Consulta externa, atención integral a menor de 5 años, prenatal, parto, puerperio y planificación familiar; certificacdo de nacimiento; tratamiento odontológico e internaciones.

Fuente: Elaboración Propia

D.1.6.5 Medio Físico Abiótico

D.1.6.5.1 Clima

Para aspectos de Clima, se desarrollaron los siguientes temas:

- ✓ Red Meteorológica disponible
- ✓ Caracterización Climática de la Zona en Estudio
- ✓ Temperatura
- ✓ Nubes
- ✓ Precipitación
- ✓ Variación de la precipitación pluvial promedio
- ✓ Sol
- ✓ Humedad
- ✓ Viento

D.1.6.5.2 Aspectos Geológicos

Los aspectos geológicos fueron descritos atendiendo los siguientes temas:

- ✓ Clasificación de Suelos Presentes en el Área
- ✓ Geología (Ver Esquema A-1, 115)
- ✓ Fisiografía
- ✓ Geología Local (Ver Esquema A-2, página 117).
- ✓ Geología Estructural (Ver Esquema A-3, página 119).
- ✓ Geomorfología
  - Farellones o escarpes
  - Relieves abruptos
  - Remoción en masa
  - Red de Drenaje Natural (Ver Esquema A-4, página 120).
- ✓ Geodinámica (Ver Figura A-15, página 121).
- ✓ Riesgos Geológicos
- ✓ Sismicidad (Ver Figura A-16, página 122)

D.1.6.5.3 Estudio geofísico

Se efectuó un estudio geofísico, el método seleccionado fue el Método Eléctrico de Resistividades, conocido como Tomografía Electroresistiva (TER).

Se ejecutaron ocho líneas TER, cada una con longitud horizontal de 258 metros, con un alcance de interpretación del subsuelo de hasta 80 metros. Tres de estas líneas son continuas con dirección norte – sur y atraviesan longitudinalmente el área del RSNJ desde el sector de la celda 11 hasta la zona del EG-1; otras tres tienen una dirección oeste – este y se ubican entre la macrocelda 4 y el extremo norte de la Dorsal Sur; las dos restantes se encuentran en el extremo sur del RSNJ, tienen dirección noroeste – sureste y se ubican en la zona de banquinas de sostenimiento del EG 1 y por debajo del sector de tratamiento de lodos biológicos. Se detalla la ubicación en la Tabla A-17, que se encuentra en la página 124.

La visualización de la ubicación de estos estudios en el área del RSNJ se muestra en la Ilustración D-2.

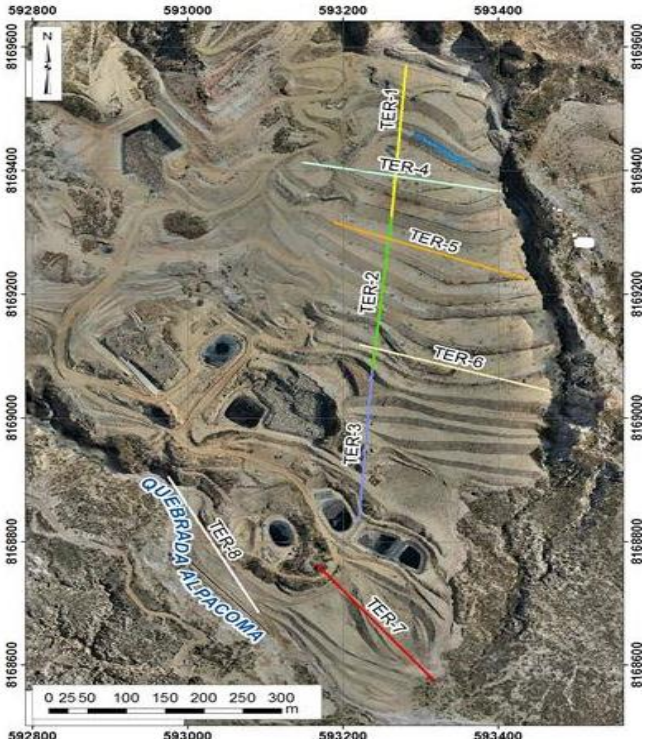


Ilustración D-2 Ubicación de líneas de estudio geofísico en el RSNJ
Fuente: Elaboración Propia, Imagen base: Dron Mavic 2 PRO 2019

La interpretación de los datos dio como resultado la identificación de niveles de materiales de residuos sólidos, arcillas, arenas arcillosas, zonas saturadas por humedad y líquidos (considerando el tipo de terreno del estudio se interpreta que estos líquidos son lixiviados).

D.1.6.5.4 Estudio Geotécnico

Para este estudio, se desarrollaron los siguientes trabajos:

- ✓ Descripción del Macizo Rocoso (Ver Tabla A-18 de página 125 e Ilustración A-7 de página 125)

La Lámina A-1(página 126), la Lámina A-2(página 127) y la Lámina A-3 (página 128) muestran en detalle los datos de campo obtenidos, su sistematización y obtención de parámetros finales.

- ✓ Estudio de Suelos (ocho pozos de exploración, siete alcanzaron tres metros de profundidad y uno alcanzó cuatro metros y medio)
  - Exploración y muestreo (Ver Tabla A-19 de página 129 e Ilustración A-8 de página 130)
- ✓ Ensayos in situ
  - Descripción litológica (Ver Tabla A-20, página 132)
  - Ensayos de penetración estándar (SPT) (Ver Tabla A-21, página 134 y Tabla A-22 de página 134)
  - Ensayos de permeabilidad (Ver Tabla A-23, página 134 y Tabla A-24)
- ✓ Otros ensayos
  - Clasificación Unificada (Ver Tabla A-25, página 135 y Tabla A-26, página 134)
  - Cohesión (Ver Tabla A-27, página 135)
  - Ángulo de fricción (Ver Tabla A-28, página 137)
  - Peso específico (Ver Tabla A-29, página 135)

- ✓ Perforaciones (En base al estudio geofísico se programó la ejecución de un pozo profundo, situado en el sector sur del RSNJ, en el sector oeste de las banquinas de apoyo del EG 1. La finalidad era interceptar un nivel de baja resistividad, a la profundidad aproximada de entre 20 a 25 metros interpretado como la presencia de una zona con lixiviados que podrían estar constituyendo la pluma contaminante. El pozo fue ejecutado mediante sistema de perforación a diamantina, sin recuperación de testigos, con diámetro HQ (diámetro del pozo de 96 mm) y alcanzó una profundidad de 35 metros (Ver Tabla A-30, página 135, Tabla A-31, página 137, Fotografía A-2, página 138, Ilustración A-9, página 136 y Figura A-17 de la página 137).

  El pozo cumplió el objetivo programado, encontrándose el nivel con bajas resistividades señalado por el estudio geofísico, culminada la perforación se procedió al entubado del pozo de acuerdo a diseño, y se colectaron muestras de agua, el detalle de los resultados químicos y sus interpretaciones se presentan en el capítulo correspondiente a hidrogeología.

  Se tiene referencia de siete perforaciones ejecutadas por el método de diamantina, con recuperación de testigos, en una etapa posterior al evento de deslizamiento de residuos sólidos de Enero de 2019, si bien esta información procede de una fuente externa y no cuenta con el respaldo del documento técnico se puede destacar que: no se reconocen niveles de flujos de agua en los pozos y que, en las profundidades alcanzadas por estas (hasta 60 metros) no se encontró con evidencias certeras el contacto entre material deslizado de la Formación La Paz y depósitos de esta formación in situ.

D.1.6.5.5 Hidrología

En la parte referida a Hidrología, se desarrollaron trabajos para enseñar las características hidrológicas de la zona específica, tomando en cuenta de que la información hidrológica que se encuentra se refiere a áreas mucho más extensas. Se apeló a las visitas de campo y los estudios topográficos, además de fotografías aéreas.

- ✓ Descripción de la cuenca (Ver Ilustración A-10, página 139, Ilustración A-11, página 140 e Ilustración A-12, página 141).
- ✓ Determinación de caudales máximos (La determinación de caudales pico para el posterior dimensionamiento de las obras de drenaje pluvial, disipadores de energía, zanjas de coronamiento y otros, se realiza a través del modelo de simulación de crecidas SCS y las curvas de intensidad duración y frecuencia, ambas metodologías requiere para su empleo información de precipitación, la morfometría de la cuenca y los números de curva para cada complejo suelo-vegetación encontrado en la cuenca) Ver Tabla A-32, página 142 e Ilustración A-13, página 143).

  Desde la parte suroeste hacia el sureste del relleno sanitario, transcurre la quebrada Alpacoma, que es un afluente perenne del rio Achocalla, que a su vez descarga sus aguas al río La Paz.

- ✓ Determinación del Número de Curva (CN)
- ✓ Cálculo de Caudales (Ver Gráfico A-7 de página 144 y Tabla A-33, página 145)

D.1.6.5.6 Hidrogeología

El Cuadro A-29 de la página 145, refleja las características del suelo analizado y una compilación de toda la información relevada y procesada es presentada en la Figura A-18 de la página 146 donde podemos apreciar, un relleno Sanitario emplazado sobre la formación La Paz, en general, con diferentes características, superficialmente encontramos arenas – arcillas y limos arcillas:

La zona hidrológicamente como ya se ha descrito anteriormente, es árida, con un invierno marcado estacional. Un resumen de los diferentes componentes que ingresan y salen del relleno son presentados en la Figura A-18 de la página 146.

Con toda esta información se procedió a realizar una modelación del flujo y transporte en aguas subterráneas empleando herramientas informáticas, como se pude apreciar en la Figura A-19 que se encuentra en la página 149.

D.1.6.5.7 Estabilidad de Taludes

- Metodología de Estudios

Se analizaron las posibles fallas que pueden experimentar los taludes de 4 casos. Se cumplen con los criterios establecidos referidos a Factor de Seguridad que es un factor determinante que condiciona a la estabilidad de las labores. Se obtuvo el coeficiente de estabilidad, a partir del análisis de sus parámetros resistentes y su condición mecánica, utilizando estudios geo mecánicos realizados.

Los cálculos se hicieron con la ayuda del software Slide v.6.0.

- Planteamiento del Problema

Verificar la estabilidad de los taludes que forman parte del Relleno Sanitario, y determinar los factores de seguridad condiciones estáticas y pseudoestáticas.

- Objeto

Un análisis verificación de estabilidad de taludes en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín. Analizando 4 Casos que se consideran de alto riesgo geológico debido a la alta probabilidad de deslizamiento que los caracteriza.

Cuando las condiciones de estabilidad no se cumplan, se emplearán modificaciones a la geometría del talud con el objetivo de cumplir los Factores de seguridad analizados y adoptados.

- Alcance

El Alcance consiste en modelar la situación con base en varios trabajos de otras disciplinas.

- Riesgos Geológicos

En el presente documento, el capítulo destinado a Geología, se incluyen todos los aspectos geológicos, entre los que están los Riesgos Geológicos. En este análisis hemos incluido los pertinentes al modelo utilizado.

- Movimiento de masas por influencia de planos de deslizamiento, nuevos a efecto de incremento presencia de niveles freáticos
- Condiciones de trabajo esforzadas, debido a una sobrecarga no considerada
- Indeterminación de las propiedades y características geomecánicas del talud existente.
- Eventos extraordinarios no considerados, sismos, tormentas lluviosas, nevadas, y otros.

- Análisis de Estabilidad de Taludes

Para el análisis se han contemplado los factores necesarios para incorporar al modelo utilizado.

- ✓ Estabilidad
- ✓ Método de Análisis de Estabilidad
- ✓ Factor de Seguridad (Ver Tabla A-34 de página 152 y Tabla A-35, página 152)
- ✓ Parámetros Geotécnicos del Diseño (Ver Figura A-20 de página 153 y Tabla A-36, página 153)

- ✓ Sismicidad - Para el análisis sísmico el modelo utiliza el método pseudo-estático, el cual asume un coeficiente sísmico a modo de sobrecarga horizontal Ao de 10% g (Ver Figura A-16 página 122
- ✓ Secciones de Análisis (Ver Ilustración A-14, página 153)

➢ Modelación Caso Estático
- ✓ Sección 1-1 (Tabla A-37, página 154)
- ✓ Sección 2-2 (Tabla A-38, página 157)
- ✓ Sección 3-3 (Tabla A-39, página 158)
- ✓ Sección 4-4 (Tabla A-40, página 159)

➢ Modelación Caso Pseudo-Estático
- ✓ Sección 1-1 (Tabla A-41, página 160)
- ✓ Seccion 2-2 (Tabla A-42, página 161)
- ✓ Sección 3-3 (Tabla A-43, página 162)
- ✓ Sección 4-4 (Tabla A-44, página 163)

➢ Resumen de Resultados (Ver Tabla A-45, página 164 Tabla A-46, página165 y Tabla C-1, página344)

D.1.6.6 Balance Hídrico

- Verificación de si el Relleno Sanitario funciona tal como se proyectó:

$$Entradas\ Controladas = Salidas\ Controladas\ {}^{+}/_{-}\ Variaciones\ Internas\ Controladas$$

- Si existe alguna anomalía no conocida que pudiera estar causando flujos de lixiviados no deseados hacia el entorno y/o una acumulación indeseada de los mismos en el propio vaso de vertido:

$$Entradas\ Controladas > Salidas\ Controladas\ {}^{+}/_{-}\ Variaciones\ Internas\ Controladas$$

- Si existe alguna entrada de agua oculta:

$$Entradas\ Controladas < Salidas\ Controladas\ +/-\ Variaciones\ Internas\ Controladas$$

D.1.6.6.1 Procedimiento

- ✓ Modelización conceptual y descripción de la localización y tipos de entradas, flujos y salidas de aguas y lixiviados presentes.
- ✓ Cuantificación de cada uno de estos tipos o términos del balance.
- ✓ Cuantificación global de entradas, flujos y salidas como sumas o restas de los resultados de los cálculos individuales de cada término (balance hídrico).
- ✓ Análisis e interpretación de los resultados del balance hídrico incluyendo conclusiones y recomendaciones.

D.1.6.6.2 Planteamiento del modelo conceptual

Ver Figura A-21, página 165.

D.1.6.6.3 Cuantificación de los términos del balance

Ver Tabla A-47, página 167.

Entradas

- Precipitación. - La estación meteorológica fue El Alto
- Escorrentía de laderas adyacentes. - Empleo de las curvas IDF, ubicado en la parte superior cerca de celda 11.

- Humedad de los residuos y de otros materiales. - Desglosado en función de las fracciones del ingreso de residuos orgánicos e inorgánicas según su ponderación. En este caso se emplearon las características de la caracterización de basura a nivel nacional.

Salidas

- Evapotranspiración. - Obtenida sintéticamente a partir de la Estación Meteorológica El Alto
- Lixiviados controlados. - Existe una infraestructura, pero no se tiene con la información respectiva. Por otra parte, por información de los operadores bombean lixiviado
- Lixiviados incontrolados. - Por información de fotografías, o otros estudios no se identifica impermeabilización de fondo.
- Surgencia de lixiviados. - en el terreno existe muchos sectores que presenta lixiviados en los taludes, que no se cuenta siendo cuantificados
- Vapor de agua con el que se genera el biogás, existe poca información y datos obtenidos en el campo, por lo que calculo es netamente sintético.

Variación interior

- No se cuenta con la información.

D.1.6.6.4 Cuantificación Análoga

- ✓ El mayor problema medioambiental de los Rellenos Sanitarios es el impacto producido por la infiltración de los lixiviados en las aguas subterráneas *(Baedecker y Back, 1979; Christensen et al., 2001; Vadillo, 2003)*. En los Relleno Sanitarios incontrolados no suelen existir medidas de la producción de lixiviado, por lo que una forma de estimar el volumen de lixiviado es mediante la realización de un balance hídrico.

D.1.6.6.5 Enclave geográfico e historia del vertido.

- ✓ Los residuos son de origen urbano, el volumen aproximado de basura (2.706.507,30 m^3) y en el Gráfico A-8, página 168, se puede apreciar el crecimiento del mismo.
- ✓ Este análisis, descartó datos extremos y negativos, para establecer una tendencia que matemáticamente arroja el mejor resultado exponencial. Posteriormente se obtuvo un gráfico de la producción real y esperada, incluyendo el que se muestra en el Gráfico A-9, que se encuentra en la página 169. De la misma manera se puede observar un crecimiento de generación de lixiviado, el 2013.

D.1.6.6.6 Recopilación y tratamiento de datos climatológicos (Métodos de cálculo de evapotranspiración potencial)

En la Tabla A-48 de la página 170 se presentan los resultados obtenidos.

Exponiendo el resultado en el Gráfico A-10 de la página 170.

D.1.6.6.7 Flujos de entrada y de salida en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín

A partir de los flujos teóricos en un Relleno Sanitario de residuos del modelo conceptual, se han reconocido los flujos de entrada y salida existentes en el RSNJ. Así,

- ✓ La impermeabilización en la base del RSNJ ha sido deficiente, lo que ha provocado la percolación (Per) del lixiviado hacia el acuífero;
- ✓ La cobertura no ha sido colocada en forma regular ni adecuadamente compactada, lo que, unido a la disposición horizontal de las capas de residuo, ha impedido la existencia de escorrentía de cobertura y ha facilitado el aumento de la infiltración del agua de lluvia;
- ✓ no se ha irrigado el residuo con los lixiviados;
- ✓ no se han vertido lodos o fangos de depuradora;
- ✓ no ha existido una capa vegetal permanente que produjera transpiración y

- ✓ no ha sido posible la entrada de agua del subsuelo porque el nivel piezométrico está situado a varias decenas de metros por debajo de la base del Relleno Sanitario y las variaciones estacionales son inferiores a esa cifra.

D.1.6.6.8 Volumen de lixiviado generado

Se ha aplicado la ecuación de balance hídrico deducida para el Relleno Sanitario de residuos sólidos en Nuevo Jardín, Siendo P la precipitación, EVP la evaporación potencial. Al no existir procesos de E escorrentía en la superficie del Relleno Sanitario, toda la lluvia útil generada se infiltrará y producirá lixiviado, y la salida del sistema sólo se producirá mediante percolación por la base del Relleno Sanitario o por salida superficial. A partir de la EVP mensual y los datos de precipitación se calculó la Evaporación real (EPR) y la lluvia útil (IR), adoptando las hipótesis de reserva de 45 mm. Con este último componente del balance hídrico y el área de vertido anual, obteniendo la pérdida (PER). Ver Tabla A-49 que se encuentra en página 172.

La Tabla A-50, que se encuentra en la página 153 de este documento, enseña el Balance Hídrico para 2019.

D.1.6.7 Pluma Contaminante

Se ha procedido a correr el modelo con todos los datos existentes (que son escasos) y con el monitoreo que la empresa efectuó. Para ello se utilizó el programa Visual Modflow.

Los capítulos desarrollados para el efecto, son los siguientes:

- ➢ Generalidades

El Visual Modflow es un Software de modelado de flujo que reúne códigos estándar de la industria para el flujo de aguas subterráneas y el transporte de contaminantes. Fuente www.waterloohydrogeologic.com

- ➢ Ejemplo de Modelo Conceptual
  - La Figura A-22 de la página 174, enseña una etapa del Modelo Conceptual.
  - Las unidades utilizadas en el programa no podrán ser modificadas futuramente.
  - La Figura A-23 (página 175) muestra otra etapa del Modelo Conceptual

Ingreso de Datos:

- ✓ La superficie (denominada feb_24_02tt)
- ✓ Contacto de arcillas y arenas
- ✓ Nivel estático piezométrico y un basamento
- ✓ Polígonos Área de influencia directa AID
- ✓ Área que cubre los residuos
- ✓ Polilíneas
- ✓ Río Achocalla
- ✓ Quebrada Alpacoma
- ✓ Líneas piezométricas
- ✓ Puntos de monitoreo de contracciones correspondiente Pm-0.3-r y Pm-7

- ➢ Definición de las propiedades de las zonas
  - La Tabla A-51, página 175, muestra las zonas Hidrológicas y sus propiedades
- ➢ Condiciones de Borde
  - Las condiciones de borde o frontera (quebrada Alpacoma), precipitaciones y evapotranspiración para 12 meses, obtenidos en el balance hídrico para el 2019.
  - Nivel freático (condición inicial de análisis) en terreno sólo dos muestreos, completados e interpolados con información complementaria de perforaciones antiguas y estudios geofísicos (Ver Figura A-17, página 137).

- Grilla de diferencias finitas
  - Menor el tamaño de celda mayor requerimiento de la memoria del Pc, para ser calculado, un tamaño fue establecido en 15 para vertical y 15 horizontal. Culminando la definición del Modelo Conceptual convertimos a modelo Numérico.
- Modelo Conceptual - Aplicación.
  - Obtenido el modelo conceptual, se procede a la obtención del modelo Numérico, en el cual se adicionan dos nuevas propiedades (Ver Figura A-25 página 177 y Figura A-26)
    - La primera correspondiente al polígono de los residuos sólidos, que tiene Kx=Ky=10Kz.
    - La segunda un paleocanal de SurOeste a Sur que tiene una conductividad obtenida en el Piezómetro Pm-7
  - ✓ Modelo Conceptual (Estático)
    - Una primera corrida en estado estacionario (Ver Figura A-27, página 178)
  - ✓ Modelo Conceptual (Transitorio)
    - Se procede al análisis en régimen transitorio 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 y 360, correspondiente a los 12 meses del año 2019 (Ver Figura A-28 página 178).
- Transporte de Contaminantes (a modo de ejemplo, ver Figura A-29, Pág. 179 y Figura A-38, página 180)
  - Se empleó la concentración obtenida en el punto Pm-7, que serán influenciados por una zona con concentraciones de Lixiviados.
  - No fueron considerados los procesos de advección y conexión

Por la incorporación de datos, se ha establecido una pluma contaminante como se refleja en la Figura A-38 de la página 180.

D.1.6.8 Calidad de los factores ambientales

Se lograron resultados analíticos de laboratorio de cada uno de los factores ambientales de acuerdo al Programa de Monitoreo Ambiental.

- Calidad del Aire: PM10, Partículas Biológicas Viables, Biogás y olores
- Calidad de Aguas: Superficiales, Subterráneas y Lixiviado.
- Calidad de los Suelos: Suelo y queque

Para este fin se contrató a tres diferentes laboratorios: SGLAB, GreenLab (convertido en TresRíos Ltda.), con mayor acreditación que el primero y SI2M; el análisis y evaluación de los resultados de laboratorio son los siguientes:

- Calidad del Aire: PM10, Partículas Biológicas Viables, Biogás y Olores (Ver Tabla A-52, página 181)
  - Partículas Menores a 10 micrones (PM10)
    El Laboratorio SGLAB midió y evaluó la calidad del aire en el parámetro de partículas menores a 10 micrones (PM10) en fechas del 10 al 11 de noviembre de 2019 en dos lugares con códigos, descripción de puntos de monitoreo y resultados (Ver Fotografía A-3, página 181).

  - Partículas Biológicas Viables (PBV)
    La calidad del aire para el Recuento Total de Bacterias Mesófilas, Hongos, Levaduras y Salmonela se presenta en la Tabla A-9 página 98. Para el grado de contaminacióndel aire, se emplea de manera referencial el Cuadro de Pierre Boutin (Cuadro A-30 página 181).

En el sector administrativo el aire está impactado por Bacterias Mesófilas en un grado de Contaminado; dentro del Relleno (Macrocelda 4 Banquina 7) el impacto es mayor a Muy Contaminado y Ligeramente Contaminado.

- El biogás

Se confirmó que en el Relleno Sanitario existen 39 captadores apagados, 27 en combustión y 10 colmatados con lixiviado como se detalla en la Tabla A-54 página 182.

Para llevar a cabo la medición de los parámetros indicados un día antes se apagaron los captadores que estarían en combustión. Las chimeneas monitoreadas se registran en la Tabla A-55, página 182.

Se han monitoreado ocho (8) chimeneas pertenecientes a 3 macro celdas. Existen variaciones en el flujo de emisión. El mayor valor de flujo medido fue de 1,96 m^3/hr (chimenea 2, macro celda 1) y un valor mínimo de 0,98 m^3/hr para la chimenea 62 de la macro celda 4 (Ver Tabla A-56, página 183, Tabla A-57, página 84 y Fotografía A-4, página 183).

- ✓ Densidad media ponderada: 1,185 kg/m^3 (condiciones normales, como gas seco)
- ✓ Como gas húmedo el valor es de 1,181 kg/m^3
- ✓ En las condiciones de operación la densidad del biogás es de 0,7020 y 0,003 kg/m^3

- Olor

Se identificaron tres (3) lugares de evaluación, en la cuales las emisiones de biogás se presentaban con mayor intensidad. En cada punto se seleccionó el punto de escape representativo. El instrumento de medición muestra y registra en tiempo real (Ver Tabla A-58 página 185, Gráfico A-11, página 185 y Fotografía A-5 página 186).

- Calidad de agua
  - Aguas superficiales

Cinco (5) puntos de monitoreo; tres (3) puntos en la quebrada Alpacoma (antes del relleno, a la altura del dique 3, a la altura de los diques 1 y 2 y dos (2) puntos en el río Achocalla (antes y después de la confluencia de la quebrada Alpacoma con el río Achocalla). Ver Tabla A-59, página 186, Fotografía A-6,Fotografía A-7, Fotografía A-8, Fotografía A-9 de página 189 y Gráfico A-12 de página 191.

  - Calidad de Aguas Subterráneas

Dos de los tres pozos de agua subterránea fueron cubiertos por el deslizamiento. Para cumplir con las exigencias de los TdR´s y colectar muestras de agua subterránea, se instalaron cinco piezómetros, de tres se obtuvieron muestras representativas (dos someros y uno profundo de 25 m efectivo). Ver Tabla A-63, página 197.

La calidad de aguas subterráneas del pozo profundo AG-02 AA ALPA SUB tiene un grado de contaminación. Los niveles de DBO5, DQO, SST, N amoniacal, P total, A&G, Fe, Mn y Hg se encuentran en exceso a sus Límites Permisibles.

- Lixiviado

El lixiviado que es considerado un contaminante potencial de los rellenos sanitarios. El manejo del lixiviado antes de la aplicación de las medidas preventivas y Plan de Cierre, implementado por el GAMLP, no era captado de manera uniforme (Ver Fotografía A-10 página 195).

Al inicio de la Fase 2 era "tratado", después de su captación en distintos estanques, en la elaboración de "queques" (4 partes de tierra por 1 de lixiviado). En la actualidad se instaló una Planta de Tratamiento de Lixiviado (PTL) con una sola fase de proceso fisiquímico donde se remueve la parte orgánica sólida, aunque se continúa elaborando queques.

La elaboración de "queques" (tierra mezclada con lixiviado) no figura en la descripción de la actividad punto 3 el Manual de operaciones, ni en el Sistema de Tratamiento de Lixiviados Anexos 2 y 15 del Manifiesto Ambiental. Es tipo de tratamiento es inconveniente ambientalmente, ya que requiere un ritmo intenso de explotación del suelo original, además la disposición de los queques demanda áreas para su disposición. Además, no existe una certeza científica sobre la efectividad de su tratamiento (Ver Fotografía A-11 página 195).

Información generada por la Auditoría Ambiental (para obtener datos que promuevan una evaluación puntual. Ver Ilustración A-15, página 196).

- De 19 parámetros analizados, 13 exceden los límites permisibles referenciales
- Lixiviado con una carga másica muy alta
- Los parámetros significativos son típicos como el DBO5, DQO, cloruros, sulfatos, nitratos, sodio, potasio, cadmio, cobre (en menor proporción) y metales pesados como el hierro, plomo, zinc y magnesio.
- Los valores de referencia (Fuente: Kehew, 2001) están definidos en base a la antigüedad del relleno sanitario.

❖ Calidad de los Suelos

Se excavaron tres calicatas y se obtuvieron cinco (5) muestras, una muestra de la calicata norte, dos del pozo centro y dos del pozo ubicado al sur del RSNJ (Tabla A-63 página 197, Tabla A-64, página 197, Tabla A-65, página 198.

A efectos de tener un criterio técnico y conocimiento de la composición de la resultante de las mezclas térreas con lixiviado (queques), se ha realizado el análisis de una porción de los denominados queques, sus resultados se demuestran en la Tabla A-66, página 198 y Tabla A-67, página 198.

Los indicadores de calidad del suelo para el "queque" señalan concentraciones de cuatro metales pesados de enorme impacto sobre el factor suelo, utilizados para "rellenar cárcavas profundas camino a PTL para lograr el camino de ingreso y plataformas para los estanques. De esta manera como se podrá advertir se utilizó una gran cantidad de queques secos para estabilizar estos sectores y poder aprovechar el terreno de acuerdo al proyecto. Cabe destacar que estos trabajos de gran envergadura siempre fueron coordinados con la Supervisión de SIREMU". (Fuente: TERSA GG/045/2018).

❖ Medio Físico Biótico

Para desarrollar este capítulo, se tomaron en cuenta varios coponentes, los isos que se enuncian a continuación.

- ➢ Vegetación
  - ✓ Muestreo de Vegetación
  - ✓ Descripción de las áreas de muestreo en el RSNJ
    - Sitio 1 (Fotografía A-12, página 200)
    - Sitio 2 (Fotografía A-14, página 200)
    - Sitio 3 (Fotografía A-15, página 201)
    - Sitio 4 (Fotografía A-16, página 201)
    - Sitio 5 (Fotografía A-17, página 203)
    - Sitio 6 (Fotografía A-18, página 203)
  - ✓ Vegetación potencial (Cuadro A-31, página 203)
  - ✓ Vegetación Real (Tabla A-68, página 206)
    - Tipo de vegetación

- Sitios 1 y 2 ecoregión de Puna (semihúmeda) piso Andino Inferior
- Sitios 3 y 4 ecoregión de Valle Seco piso altitudinal altimontano o subandino

✓ Especies nativas y endémicas del área de estudio
- Chilcas y tholas, pasto Ichu (*Jarava ichu*).
- Hierbas nativas: *Agalinis sp, Bomarea sp, Krameria lappacea* y *Lepechina meyenii*.
- E*species* arbóreas nativas escasas y de poca altura
- Cactus con adaptaciones morfológicas
- Bromelia *Puya meziana* (endémica para Bolivia)

➢ Fauna potencial (Cuadro A-32, página 210).
➢ Fauna Real: Inventario faunístico (Cuadro A-33, página 211).

❖ Estado de conservación actual de las especies

Se observa grupos de perros (Canis familiaris) en búsqueda de alimento dentro del RSNJ como en sus alrededores. En ese sentido, se debe evaluar si son especies domesticas o están en proceso de ser silvestres (*Fuente: Rico et al. 2017*).

❖ Medio Perceptual (flora y fauna)
➢ Análisis cualitativo de la pérdida de modificación del paisaje
➢ Proceso de pérdida de cobertura vegetal y remisión de tierra
➢ Modificación del paisaje y su relación con la flora y fauna

D.1.6.9 Evaluación del Impacto del RSNJ en la Salud
(De Grupos Poblacionales en su Área de Influencia)

❖ Objetivo General

Evaluar el impacto de los contaminantes generados en el RSNJ, sobre la salud de los grupos poblacionales vulnerables ubicados en su área de influencia directa e indirecta

Los resultados de esta investigación pretenden ser de utilidad para la toma de decisiones de las comunidades, las autoridades sanitarias, el GMALP y MMAyA.

❖ Metodología.
➢ Área y población del estudio
✓ Población aledaña al relleno sanitario de Alpacoma y a los trabajadores del relleno sanitario.
✓ Se realizaron varias visitas a la zona de influencia indirecta y directa en los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2019.
➢ Diseño
✓ Componente cuantitativo: Estudio de caso controles mediante encuesta estructurada con preguntas dicotómicas, abiertas y de selección múltiple.
✓ Componente cualitativo: Exploración de auto-percepción del impacto del RSNJ en la salud y en el medio ambiente. Grupo focal y encuestas.

❖ Criterios de selección (Área dIrecta).
➢ Lugar de residencia a 1 o menos kilómetros del perímetro del relleno.
➢ Condiciones meteorológicas y topográficas indicaban una alta probabilidad de que los contaminantes emitidos desde el relleno estuvieran llegando a su lugar de residencia.
➢ Personas que deseen participar de la investigación.

❖ Criterios de exclusión del grupo controles (Área indirecta).
➢ Lugar de residencia a más de 1 kilómetros del perímetro del relleno.
➢ Población que no acepten ser parte del estudio.
➢ Criterios de inclusión del grupo casos (área directa).
➢ Trabajadores en el relleno sanitario antes del deslizamiento.

- Trabajadores que deseen participar voluntariamente del estudio.
- Criterios de exclusión grupo casos (área directa).
- Que hayan trabajado en el relleno sanitario después del deslizamiento.
- Trabajadores que no deseen participar voluntariamente del estudio.

D.1.6.9.1 Resultados

- 49 encuestas en población aledaña y 30 a los participantes que trabajan en el Relleno Sanitario de Alpacoma.
- Tabla A-69 Características sociodemográficas en la población del área directa e indirecta, página 216
- Tabla A-70 Ocupación de la población del área indirecta, página 217
- Tabla A-71 Ocupación de la población del área Directa.
- Tabla A-72 Ocupación de la pareja de la población del área directa, página 218.
- Tabla A-73 Ocupación de la población del área indirecta, página 218.
- Tabla A-74 Procedencia de grupo del área indirecta, página 218.
- Tabla A-75 Procedencia de grupo del área directa, página 219.
- Tabla A-76 Residencia de grupo del área indirecta, página 219
- Tabla A-77 Residencia del grupo del área directa, página 219
- Tabla A-78 Características socioculturales en ambas poblaciones de estudio, página 220.
- Tabla A-79 Características de la vivienda de las dos poblaciones estudiadas, página 222.
- Tabla A-80 Características de salud en ambos grupos de estudio, página 223.
- Tabla A-81 Perfil epidemiológico de síntomas, página 223.
- Tabla A-82 Perfil epidemiológico después del evento del deslizamiento en ambos grupos, página 224.
- Tabla A-83 Reporte de mortalidad de algún familiar durante el último año, página 226.
- Tabla A-84 Capacitaciones realizadas a las poblaciones de estudio. Gestión 2019, página 227
- Tabla A-85 Principales 15 causas de morbilidad. Centro de salud Achocalla. Primer semestre. Gestión 2019.
- Tabla A-86 Principales afecciones en la población de Alpacoma Bajo, posterior al deslizamiento, página 228.
- Tabla A-87 Principales causas de mortalidad.
- Gráfico A-14 Perfil Epidemiológico 1, página 224.
- Gráfico A-15 Perfil Epidemiológico 2, página 225.
- Gráfico A-16 Comparación del Perfil Epidemiológico (1), página 225.
- Gráfico A-17 Comparación del perfil epidemiológico (2), página 226.
- Gráfico A-18 Percepción de Problemas Ambientales, página 226.
- Gráfico A-19 Tendencia del Peso, página 229.
- Gráfico A-20 Tendencia de la Talla, página 230.

- Perfil Epidemiologico de los Centros de Salud.

  Se puede mencionar que aun continua con un perfil epidemiológico tipo infectocontagioso observando que las dos principales causas de consulta continúan siendo las infecciones respiratorias agudas y la enfermedad diarreica aguda, donde la población más afectada es la infantil (recién nacidos a 10 años) Ver Tabla A-85.

D.1.6.9.2 Otros Resultados

- Tendencias de Peso y Talla – Sociedad Católica San José
- Ficha Técnica Socioeconómica (Ver Tabla A-88, página 232).

D.1.6.10 Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales Negativos

La magnitud del impacto ponderado establece el grado de impacto provocado por los aspectos identificados.

D.1.6.10.1 Impactos generados por la AOP (Amenaza)

La Escala de Evaluación se presenta en la Tabla A-89, página 233 e impactos Ambientales (vulnerabilidad) en la Tabla A-90 de página 234.

D.1.6.10.2 Identificación de Impactos generados por la AOP

La Tabla A-91, de la página 235 enseña la evaluación determinación del área de celdas.

- Las determinaciones del área de las celdas (determinada según el levantamiento topográfico) indica que se ocupó un área menor a la planificada.

La amenaza generada por AOP se calcula en base a la evaluación del Diseño final del Relleno Sanitario Nuevo Jardín y la Propuesta Técnica de TERSA, a partir del cual se establecieron los siguientes criterios:

- ✓ Área de Residuos sólidos
- ✓ Régimen Operacional
- ✓ Generación de lixiviados
- ✓ Generación de Biogás
- ✓ Recepción de Residuos y disposición en las celdas
- ✓ Vida útil del Relleno
- ✓ Características del Relleno

La metodología de ponderación se enseña en el capítulo A.6.1, que se encuentra en la página 233.

- La información de Proyección de ingreso y los reportes anuales, indican que en los años 2017 y 2018 se operó por encima de la capacidad planificada (Ver Tabla A-92 de página 235).
- Los mayores caudales de lixiviación se produjeron a partir de los años 2013 al 2018, con precipitaciones mayores en los años 2017 y 2018, lo que denota en tener una mayor influencia de lixiviados a causa de las precipitaciones en la zona de las celdas (Tabla A-93, página 235).
- De acuerdo a reportes la generación de biogás está en un promedio de 9,11% en el periodo de 2010 al 2018. Se considera que se tiene una situación de una mezcla explosiva.
- Por análisis de Macroceldas la composición de biogás en el relleno esta entre 48,40 a 50,47 % de metano, mostrando contar con residuos con generación de biogás explosivos (Tabla A-94 , página 236).
- La información de Capacidad de Recepción del Proyecto establece como volumen disponible total del Relleno de 2.236.506 m3, valor que para la fecha del evento fue sobrepasado en un 27% (Tabla A-95 , página 236).
- Según registro del Manifiesto Ambiental (2004 – 2010) se detallan registros de noviembre de 2004 hasta junio de 2019, según la propuesta Técnica TERSA, el relleno debía operar 9 años a partir del año 2006 al 2014, por lo que a la fecha del incidente el Relleno operó 15 años (Tabla A-96 , página 236).
- El análisis de las Características del Relleno se realiza en base a los parámetros establecidos en la Propuesta Técnica Tersa, tomando en cuenta los parámetros técnicos de capacidad, construcción, control, generación de emisiones y manifestaciones de inestabilidad (Tabla A-97, página 237).

D.1.6.10.3 Inventario y Evaluación de Impactos Negativos

La vulnerabilidad ambiental (impactos generados sobre el medio) se calcula en base al impacto ambiental del RSNJ sobre los componentes:

- ✓ Abióticos: factores agua superficial, agua subterránea, suelo, aire, ecológico biológico
- ✓ Bióticos: factores ecosistemas, biodiversidades de fauna y flora
- ✓ Social y económica (Socioeconómico): salud, asentamientos humanos, características de la estructura social

La metodología de ponderación se encuentra en el capítulo A.6.3, página 238.

- ➢ Componente Abiótico – Vulnerabilidad Abiótica
  - ✓ Factor agua superficial (Ver Tabla A-98, página 239).
    Para la evaluación se consideró la evaluación de los puntos QDA -100 y QDA+100, puntos monitoreados después del incidente en el Relleno, observaciones de campo y el área de influencia directa.
  - ✓ Factor agua subterránea (Ver Tabla A-99, página 240).
  - ✓ Factor suelo (VerTabla A-100, página 241).
  - ✓ Factor aire (Ver Tabla A-101, página 242).
  - ✓ Factor ecológico biológico (Ver Tabla A-102, página 243).
  - ✓ Componente biótico – Vulnerabilidad biótica (Ver Tabla A-103, página 243).
    Según RSNJ en 2010 se registraron 46 especies faunísticas, el mismo año en el manifiesto ambiental se nombran 19 especies, en los IMAS no fue valorada la situación de flora y fauna.
  - ✓ Componente socioeconómico – Vulnerabilidad social y económica (Ver Tabla A-104, página 244).
    La información fue evaluada en base al punto Linea base ambiental, Manifiesto Ambiental, anexo N° 2, descripción de los asentamientos humanos, las distancias de las poblaciones colindantes, no existen grupos etnicos a 10 kilometros de distancia. La más cercana está en el valle de Achocalla con actividades agrícolas. No existe en el área de influencia directa ambiente antropogénico, existiendo 150 familias en la comunidad de Alpacoma, mismos que no cuentan con servicios básicos, energia, agua potable. Son familias pobres que trabajan en ladrilleras y actividad agricola de sustento.

D.1.6.10.4 Deteccion de los Impactos Negativos

Se aplica la matriz de evaluación de impactos negativos.

- ➢ Metodología

  Un aspecto ambiental que se considere negativo según los criterios establecidos en los cuadros de identificación de impactos considerando los siguientes parámetros:

  - ✓ Componentes/Factores: C/F
    Son las consecuencias negativas que pueden tener como afectación la salud, el medio ambiente.
  - ✓ Probabilidad de Ocurrencia: PO
    Se entiende a la probabilidad de manifestarse un impacto ambiental debido a un aspecto ambiental.
  - ✓ Frecuencia de Ocurrencia: FO

Señala cuán a menudo un impacto puede ocurrir.

- ✓ Magnitud del Impacto: MI
  Mide el grado de afectación del impacto al medio ambiente, y representa el valor de magnitud ponderada de cada criterio evaluado según el aspecto identificado.
- ✓ Cumplimiento Normativo: CN
  Identifica el desarrollo de la actividad del relleno respecto al cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.
- ✓ Fórmula para determinar el nivel de significancia (La misma está desarrollada en la página 245 y la Tabla A-105).

D.1.6.11 Medidas de Mitigación y las Alternativas de Adecuación y/o Remediación

- Bajo condiciones normales de operación estarían identificadas con mayor claridad que cuando se aplican medidas de abandono o cierre.
- El marco de análisis para proponer medidas de mitigación, alternativas de adecuación y/o remediación, se podrían reducir ostensiblemente, ya que la identificación y evaluación de los probables impactos ambientales se detectaron en la última parte de la Fase 2. Se apreciaron visualmente grandes cambios en la conformación del RSNJ, pero nuestro trabajo está basado en la sistematización de escasa, tardía información recibida y sistematizada, complementada con las actividades en el sitio a auditar; este será nuestro enfoque metodológico para plantear el alcance de este título.

D.1.6.11.1 Medidas de Mitigación

- Medida de mitigación: reducción de la vulnerabilidad o riesgo que un sistema puede sufrir frente a un peligro inminente donde acontecen o pueden ocurrir los impactos negativos y las áreas donde alzanzan sus efectos en el medio ambiente y la salud humana. Fuente: *(DS 28499)*.
- Mitigación: conjunto de medidas que pueden ser implementadas para minimizar los impactos ambientales negativos.
- Ambas acepciones se emplearán como metodología de análisis al momento de proponer medidas para los factores ambientales de calidad del aire, agua y suelos, aprobadas en el Manifiesto Ambiental (actividades previas) y el Diagnóstico Ambiental al RSNJ.

❖ Medidas de Mitigación y Adecuación Administrativas
Decisiones que deberán ser tomadas como parte logística y de apoyo al cumplimiento de la normativa ambiental. Algunas de estas medidas estaban comprometidas desde el año 2010, otras resultan de la evaluación ambiental actual.

❖ Medidas de Mitigación Técnica
Falta llenar con conceptos con Ramiro Peñaloza

❖ Medidas de Mitigación Ambientales (Ver Tabla A-107, página 250).
Ante la identificación de los impactos ambientales negativos, una vez mejorados y conservando su esencia, se plantearán las medidas de mitigación correspondientes:

- ✓ Calidad del Aire

- Con base en los resultados de laboratorio generados, informados y aprobados por la AACN en los Informes de Monitoreo Anual (IMA's) y los propios logrados por la actual Auditoría Ambiental (AA).
- La calidad del aire para partículas menores a 10 micrones, medidas en el AID (sector administrativo del RSNJ) y AII (población aledaña) no exceden el límite permisible de 150 $\mu g/m^3$. La evaluación de emisiones de biogás no podemos concluir de forma definitiva con el impacto generado al medio ambiente, señalar que el impacto por emisiones de metano es 21 veces mayor que el generado por el dióxido de carbono, en suma, el manejo correcto del biogás podría ser su combustión.
- Un tercer contaminante del aire que genera el RSNJ es el olor medido a través de la concentración del H_2S, aunque está compuesto por varios químicos volátiles (cetonas y ácidos grasos entre otros). La afectación a la población aledaña no es significativa, los factores climáticos como vientos o nubosidad ocasionan su transporte más allá del 1.0 km. La posible afectación es en los trabajadores del relleno.
- Las Partículas Biológicas Viables (PBV) representan un problema de contaminación de aire severo con afectación a la salud de las personas que están expuestas, principalmente trabajadores dentro del relleno. La información histórica de evaluación de este parámetro por medio de los IMA's y evaluaciones propias de la AA establecen un exceso a los Límites de Referencia de Pierre Boutin (aceptados y aprobados por la AACN). La afectación a la salud está sostenida por innumerables investigaciones científicas.

✓ Aguas Superficiales y Subterráneas

- Una de las medidas de mitigación que deberá realizar el GAMLP para el Relleno Sanitario Nuevo Jardín deberá estar orientada a gestionar las aguas residuales que se generan en la ciudad de El Alto, para que puedan ser captadas en el sistema de alcantarillado de esa ciudad o alternativamente, cuando no se aplique lo último, el GAMLP optará por solicitar al GADLP la clasificación de calidad de aguas de la quebrada Alpacoma para determinar su categoría o su clasificación del Cuerpo de Agua Alpacoma según su Aptitud de Uso.

  En ambos casos o alternativamente, sea la decisión que se aplique:

  - Una vez que se gestione la captación de las aguas residuales hacia su tratamiento, evitando la descarga directa a la cuenca Achocalla, se manejaran las aguas naturales que fluyen por la quebrada Alpacoma, realizando obras civiles menores en la parte superior de la microcuenca de la quebrada Alapcoma, y,
  - En base a la aptitud de uso de la quebrada Alpacoma establecer (durante la etapa de cierre del RSNJ), qué grado de impacto generaría una posible descarga de aguas superficiales y/o subterráneas a la quebrada, cómo modificaría su calidad de aguas y hasta donde abarcaría dicho impacto de alteración de una calidad determinada aguas abajo a la cuenca del río de La Paz.

✓ Residuos Sólidos

- El principal objetivo de un relleno sanitario es aplicar la gestión integral de residuos que es un sistema conformado por diferentes procesos que finaliza con la disposición final de residuos en un marco de protección a la salud y el medio ambiente.
- La disposición final de los residuos sólidos municipales debe cumplir el fin último. Pero esta actividad genera residuos especiales que merecen una disposición diferente como la venta de chatarra a personas que reciclan estos residuos y los convierten en materiales aprovechables, siempre y cuando no hubieran sido maltratados por disposición temporal a la intemperie.

- Aunque la mayoría de las soluciones ambientales generan nuevos "residuos" es importante minimizar su generación. Este criterio debe ser sustanble ambientalmente, como es el caso, de la elaboración de queques que debe ser "dispuesto" sobre la superficie del relleno sanitario; cumplimiento de estándares técnicos que eviten nuevos impactos.

✓ Sustancias Peligrosas

- El lixiviado entra en la clasificación CRETIB, por su característica tóxica. Dada esta propiedad no puede ser descagada en cursos de agua superficial o subterránea de forma directa; excepto, previo tratamiento físico, químico y biológico para cumplimiento de parámetros de calidad del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333.
- Otros residuos clásicos son los aceites y lubricantes usados, que deben ser cambiados de manera general en promedio cada 250 horas de trabajo para retroexcavadores, palas, volquetas. Su cambio debe ser llevado a cabo en el taller de mantenimiento con piso cementado y dispuesto de forma temporal en un almacén específico para este fín. Después deberá ser entregado a personas o empresas que cuentan con Licencia Ambiental para su tratamiento y reutilización de los mismos.
- Para el manejo de sustancias peligrosas (algunas de ellas controladas en nuestro país, como el diésel) la AOP debería contar con una Licencia Ambiental para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP), con este requisito tramitar su Registro para la compra y uso.

✓ Riesgos

- El documento de análisis de Riesgo y Plan de Contingencias deberá ser preparado con enfoque actual, valoraciones en su real magnitud, ante posibles incidentes, con Flujogramas claros y precisos, cadena de mando y activación el estado de emergencia con asignación de recursos inmediatos, económicos, personal capacitado, equipo y maquinaria y apoyo de instituciones capacitadas para atender eventos no usuales.
- Para este fín, se dictarán cursos o talleres de capacitación al personal operativo del RSNJ y al menos una vez al año se llevará a cabo simulacros de atención a un incidente. Toda la información del simulacro deberá estar registrada en planillas elaboradas para este fin que deberán ser socializados con el personal.

✓ Suelos y Subsuelos

- La afectación al suelo se debe a que se emplea como un recurso no económico al mezclarse con el lixiviado, con un costo intrínseco cero. El hecho es que se explota cuatro partes de suelo original para mezclarse con una parte de lixiviado, proporcionándole diferente composición química y se lo dispone perturbado dentro del AID del relleno sanitario. Todavía no está demostrado que esta actividad es inocua al medio ambiente, al contrario, disponer el lixiviado sobre el suelo representa un impacto ambiental a la calidad del aire, sin conocer efectivamente su alcance real o grado de afectación.
- Por este motivo, se propone un estudio científico del suelo para verificar (después de un segundo tratamiento del suelo) si sus condiciones "modificadas" pueden albergar una recomposición florística y de la fauna en el sitio del emplazamiento del relleno sanitario. Es posible que la propuesta de revegetación pueda iniciarse en lugar con suelo original no perturbado que vaya albergando sucesivamente a las especies de fauna existentes en el AII.

D.1.6.11.2 Remediación Ambiental

❖ Establecer las condiciones ambientales en las que se encuentra el sitio

- Enfoques de Fase 2
  - ✓ Situación previa informada y aprobada oficialmente por la AACN (Manifiesto Ambiental) con controles en un periodo de ocho (8) años (informes IMA's, hasta el incidente)
  - ✓ Diagnóstico de la situación actual en cumplimiento al alcance de los Términos de Referencia de la Auditoría Ambiental (AA).
- La Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales Negativos identifica nueve (9) impactos negativos, seis (6) relacionados con la inestabilidad del relleno y tres (3) con contaminación del aire, aguas (liviado) y suelo. La inestabilidad o estabilidad del relleno sanitario fue explicado que requiere una abundante información técnica.
- Otro aspecto a considerar, antes de plantear medidas de remediación, es el uso futuro del sitio remediado, este objetivo es fundamental definir para aplicar un plan de remediación de alta metodología científica o alernativamente aplicar un plan de remediación que permita obtener resultados previstos de menor impacto ambiental y seguridad en salud a la población aledaña; alcanzando metas reales de mitigación y adecuación ambiental propuestas. Se considera que la mejor opción después de la etapa de post cierre, el uso del relleno sanitario estará destinado como una Area de recreación.
  - ➢ Medidas de Remediación Factor Aire (Cuadro A-34, página 256).
  - ➢ Impacto del RSNJ a Quebrada Alpacoma en aguas superficiales, subterráneas y lixiviados se describe en el Cuadro A-35, página 257.
    - ✓ Actualmente, el lixiviado es descargado y almacenado en estanques (alrededor de 60 m3/día), actualmente, parte del volumen total es tratado por método fisicoquímico en una Planta de Tratamiento de Lixiviados (en etapa de pruebas, inspeccionados en fechas 28/01/2020 y el 10/03/2020) y el otro volumen es "tratado" o mezclado con suelo para la obtener queques que son dispuestos en áreas del RSNJ. Por información verbal recibida de personas responsable del SIREMU (GAMLP), la PTL tiene una capacidad de tratamiento de 2 l/s y funciona tres horas al día con tratamiento de 22 m3/día. Eliminaría una carga contaminante de 40.000 mg/l de DQO hasta 10.000 mg/l.
    - ✓ De la explicación brindada podemos señalar que al menos 58 metros cúbicos de lixiviado se mezclarían con suelo original en una relación 1:4 dispuesto en el RSNJ. Si consideramos, el periodo de abril hasta noviembre de 2019, cuando el único tratamiento era la formación de queques, tenemos un volumen aproximado de 55.680 metros cúbicos de queques dispuestos en diferentes áreas del RNSJ.
    - ✓ Si la altura de disposición de este volumen es 5 metros, el área requerida para disponer los queques es de 11.136 metros cuadrados, un poco mayor que una hectárea. En conclusión, este manejo o gestión ambiental del manejo del lixiviado genera un impacto ambiental, tanto a la calidad del aire por la generación de olores y partículas biológicas viables, como en el factor suelo. En suma, se debe proponer una medida de remediación a este impacto ambiental bajo la siguiente propuesta:
      - Implementar un sistema de tratamiento de Lixiviado que tenga procesos físicos, químicos y biológicos para reducir singnificativamente la carga másica final del lixiviado de descarga o salida del proceso.
      - Dada la magnitud de impacto ambiental que genera el "tratamiento" mediante la elaboración de queques, alternativamente, se podría considerar la construcción de una Macrocelda para disposición final de los queques, con diseño técnico de ingeniería civil, planos As Built y Licencia Ambiental aprobada.

D.1.6.11.3 Propuestas de Remediación Ambiental

- ✓ Identificamos como responsable de llevar a cabo este programa de remediación al Gobierno Autónomo Municipal de La Paz con la aplicación de un plan reajustado y elaborado para el efecto, se sugiere previamente la consolidación de las medidas de mitigación y adecuación ambiental señaladas en el Cuadro A-36, página 272. Asimismo, durante el periodo de cierre del RSNJ cumplimiento estricto de un plan de monitoreo ambiental con calendario prefijado para las épocas seca y lluviosa y que sea con acompañamiento del GADLP.
  El acompañamiento resulta indispensable para verificar la acreditación de los laboratorios, los equipos a emplear, verificación de la aplicación de los protocolos de muestreo y el empleo de los niveles o límites máximos permisibles para la evaluación de las calidades de los factores ambientales monitoreados.
- ✓ La propuesta para el manejo del Biogás tiene alcance sealado en el Cuadro A-37 , página 259.
- ✓ Para el lixiviado, se propone el empleo de medidas de remediación que reduzcan hasta un 80% de la carga másica contaminante del lixiviado, en una primera etapa, la investigación de procesos científicos de tratamiento del lixiviado con el alcance propuesto y segundo el pleno funcionamiento a ese nivel de una planta de tratamiento de lixiviado.
  En base a los criterios señalados se propone un esquema referencia de una posible Planta de Tratamiento del Lixiviado para el Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, en la página 260 "Figura A-39".

D.1.6.12 Evaluación de las Medidas Implementadas

(Para la Atención del Suceso en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín)

La evaluación está desarrollada a partir del Plan de Contingencias Específico (aprobado en fecha 31 de enero de 2019)

El Plan de Contingencias Especifico elaborado por la Empresa TERSA S.A., fue aprobado por el Gobierno Autónomo Departamental de La Paz (GADLP), los análisis fisicoquímicos y resultados de laboratorio fueron realizados por el laboratorio del GAMLP.

Las inspecciones del MMAYA comenzaron con la emisión de un Informe Técnico NI/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAM N° 0016/2019 y Nota MMAYA/VMABCCGDF/143/2019 del 21 y 24 de enero de 2019 de conocimiento del GAMLP.

Dado que estos dos documentos fueron emitidos antes de la aprobación del Plan de Contingencias, serán evaluados sin hacer referencia al Plan de Contingencias.

En estos documentos la AACN informa al GAMLP la situación ambiental de ese momento (24/01/2019) señalando que el deslizamiento afectó la infraestructura y estanques, recomendando:

- un nuevo sistema de tratamiento de lixiviados
- el tratamiento de lixiviados desplazados represados
- Reposición de un punto de monitoreo de aguas subterráneas
- Presentar un plano reformulado de distribución de áreas del RSNJ.
- obras para contención de los RSD en el cauce de la quebrada Alpacoma de forma inmediata

Con referencia a la estabilidad de taludes se afirma que se ha verificado *"… el diseño aprobado mediante manifiesto ambiental del 27/10/2010, se evidencia que existen diferencias en la construcción*

de la Macroceldas existentes y lo observado mediante inspección…". Esta diferencia específica está dada por una diferencia de altura de 11 metros entre lo aprobado y el existe previo al deslizamiento, lo que involucraría un sobrepeso de residuos sólidos. El talud expuesto de la Macrocelda 4 denota que no existió la relación de 3 a 1, siendo la relación 1 a 1.

Para contener el derrame el GAMLP construyó tres diques de retención distribuidos para evitar un mayor grado de contaminación por RSD y lixiviado a la quebrada Alpacoma y por ende al río Achocalla.

La afectación a cuatro estanques de los siete ocasionó el derrame de lixiviado. Estos estanques difieren en cantidad y ubicación del alcance aprobado en el manifiesto ambiental. Este hecho representa una convención a la normativa ambiental Decreto Supremo 28592, artículo 17, parágrafo II) en el inciso e).

Al término del documento la AACN observa derrames de aceites sobre el terreno; la poza de separación de grasas colmatada; chatarra dispuesta sobre el suelo; acumulación de filtros producto del mantenimiento de la maquinaria y almacenamiento de sustancias peligrosas, dichas infraestructuras no considerados en el alcance del manifiesto ambiental.

D.1.6.13 Plan de Contingencias Específico

- Desarrollado a partir de la información referida a la ubicación del RSNJ, los residuos sólidos domiciliarios y asimilables en 11 celdas y 4 Macroceldas, las mismas que cuentan con sistemas de impermeabilización en la base y paredes, drenajes de lixiviados y captadores de biogás.
- Sobre el Balance de Lixiviados, su volumen es de entre 120 a 150 m^3, dependiendo de la época estacional, de los cuales son tratados en la planta de tratamiento 80 m^3 y el resto mediante mezclas con suelo de características arcillosa (queques).
- El área contaminada por el evento tiene una superficie de 8.9 Ha con una longitud de deslizamiento de 833 metros, gran parte dentro del predio, aunque una fracción estuviera fuera del mismo.
- El Objetivo General fue el de Contener los Residuos Liberados, minimizar y limitar su dispersión a fin de reconformar las celdas afectadas para proceder a la limpieza del sitio y restauración del área afectada.
- ✓ Se plantearon 8 objetivos específicos:
- ✓ Rehabilitación y apertura de nuevos accesos
- ✓ Control de lixiviados y desborde de los estanques de almacenamiento
- ✓ Estabilización de los residuos deslizados
- ✓ Reconducción de los sistemas de drenaje
- ✓ Instalación de captadores
- ✓ Rehabilitación del estanque 6, laguna de aireación e implementación de un Plan de Monitoreo.

El análisis, evaluación y grado de cumplimiento se desarrolla en el Cuadro A-38, página 263.

D.1.6.14 Costos

La Tabla A-108, de página 271 y Tabla A-109, de la página 272 enseñan los costos aproximados para la remediación.

D.1.7 Sistema de Información Geográfica SIG

- Construcción del SIG

Se culminó con la construcción del SIG, incorporando en esta herramienta todo lo referido a mapas temáticos, sitios de muestreo, fotos de diferentes sectores y datos que sirven para contar con la información necesaria.

- Armado de GeoDataBase

Se procedió a el armado de la Base de Datos. Para el SIG se emplean diferentes herramientas, como por ejemplo el ArcView y todas las herramientas necesarias, como AutoCad, Civil, etc.

- Recopilación de Información Geoespacial

Al margen de la información generada por la empresa, se lograron imágenes satelitales de 2014 hasta el 2018, antes del evento.

- Menús

El Esquema A-6, de la página 275, el Esquema A-7,página 276 y el Esquema A-5 que se encuentra en la página 274 enseñan los menús del SIG.

D.1.8 Hallazgos de la Auditoria Ambiental

La Auditoría ambiental como tal, consignó 12 hallazgos entre los más importantes:

- Hallazgo 1 Trámite de Licencia Ambiental Eventual Relleno Sanitario Nuevo Jardín Alpacoma (Tabla A-110, página 278)
- Hallazgo 2 Definir las Áreas de Estudio donde se generan y alcanzan los impactos ambientales negativos (Tabla A-111, página 279).
- Hallazgo 3 Modificaciones a lo estipulado en el Manifiesto Ambiental (Tabla A-112, página 281).
- Hallazgo 4 Gestión de Lixiviados (Tabla A-113, página 282).
- Hallazgo 5 Identificar y evaluar las causas del colapso (Tabla A-114, página 283).
- Hallazgo 6 Definir la superficie y volumen total del área destabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos (Tabla A-115, página 284).
- Hallazgo 7 Determinar el volumen de lixiviado que fue descargado producto del deslizamiento (Tabla A-116, página 285).
- Hallazgo 8 Análisis comparativo de los diseños de ingeniería, con el estado real de construcción y disposición de Macroceldas, estanques de lixiviado (Tabla A-117, página 286).
- Hallazgo 9 Análisis comparativo de las medidas de adecuación originalmente propuestos y aprobados en el Manifiesto Ambiental con la situación real (Tabla A-118, página 287).
- Hallazgo 10 Diagnóstico y evaluación de la situación actual de todos los factores y aspectos ambientales afectados por el deslizamiento (Tabla A-119, página 288).
- Hallazgo 11 Vigencia de la Licencia Ambiental (Tabla A-120, página 290).
- Hallazgo 12 Cumplimiento de Objetivos y Alcance de los Términos de Referencia (Tabla A-121, página 291).

D.2 Informe Legal

D.2.1 Antecedentes

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), a raíz del evento sucedido el 15 de enero de 2019 en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín, decide lanzar la Convocatoria Pública Nacional MMAYA/LP/001/2019 (Segunda Convocatoria) con CUCE: 19-0086-00-954892-2-1 para la CONSULTORÍA POR PRODUCTO: AUDITORÍA AMBIENTAL POR PELIGRO INMINENTE DEL RELLENO SANITARIO NUEVO JARDÍN – MUNICIPIO DE LA PAZ".

El área de estudio está definida en la página 25, Capítulo A.3.6.

D.2.2 Marco Normativo

a) Constitución Política del Estado
b) Ley N° 1178 – Ley de Administración y Control Gubernamentales de 20 de julio de 1990
c) Ley N° 1333 de Medio Ambiente de 27 de abril de 1992
d) El Decreto Supremo N° 24176, de fecha 8 de diciembre de 1995,
   i. Artículo 1, aprueba la reglamentación de la Ley del Medio Ambiente
      - Reglamentos
        - General de Gestión Ambiental
        - Prevención y Control Ambiental
        - En Materia de Contaminación Atmosférica
        - En Materia de Contaminación Hídrica
        - Actividades con Sustancias Peligrosas
        - (f) de Gestión de Residuos Sólidos, así como sus respectivos anexos.
e) El Decreto Reglamentario fue modificado mediante los siguientes Decretos Supremos que aprueban normas complementarias:
   i. Decreto Supremo 26705 de 10 de julio de 2002
   ii. Decreto Supremo 28499 de 10 de diciembre de 2005
   iii. Decreto Supremo N° 28592 de 17 de enero de 2006
   iv. Decreto Supremo N° 3549 de 2 de mayo de 2018
f) Ley N° 031 - Ley Marco de Autonomías y Descentralización "Andrés Ibáñez de 19 de julio de 2010.
g) Ley N° 300 - Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien de 15 de octubre de 2012.
h) Ley N° 755 -Ley de Gestión Integral de Residuos de 28 de octubre de 2015.
   - Decreto Supremo N° 2954
i) Resolución Secretarial N° 383 de 28 de noviembre de 1996 que aprueba las siguientes normas y reglamentos técnicos de saneamiento básico:
   i. NB 688-Instalaciones Sanitarias
   ii. NB 689-Instalaciones de agua
   iii. NB-742 a 745 –Medio Ambiente
   iv. NB-746 a 760-Residuos Sólidos

D.2.3 Consideraciones Legales

El Informe Fase 3, en su parte de Consideraciones Legales (página 294, párrafo B.3), hace una explicación exahustiva del valor de las disposiciones. A continuación, se enfatiza en la normativa que rige la Auditoría Ambiental por Peligro Inminente.

- De acuerdo con el Decreto Supremo N° 28499, se define la elaboración de la auditoría en tres fases, la primera de Planificación, la segunda Actividades en el Sitio a Auditar y la tercera Reporte de auditoría ambiental por peligro inminente, consistente en Informes Técnico, Legal, Dictamen y el Resumen Ejecutivo.
- Como resultado de la Fase 3 y conforme al artículo 12 del Decreto Supremo N° 28499, el informe legal debe describir: "El incumplimiento a disposiciones legales previstas en la legislación vigente que incluirá: i) compromisos asumidos en la Licencia Ambiental y ii) disposiciones emanadas por la AAC".

D.2.3.1 Hallazgos

Hallazgo 1. Trámite de Licencia Ambiental Eventual Relleno Sanitario Nuevo Jardín Alpacoma

Hallazgo 2. Definir las Áreas de Estudio donde se generan y alcanzan los impactos ambientales negativos

Hallazgo 3. Este hallazgo se refiere al incumplimiento con lo presentado en el Manifiesto Ambiental.

Hallazgo 4. Manejo inadecuado de lixiviado

Hallazgo 5. Identificar y evaluar las causas del colapso

Hallazgo 6. Definir la superficie y volumen total del área destabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos.

Hallazgo 7. Determinar el volumen de lixiviado que fue descargado producto del deslizamiento.

Hallazgo 8. Análisis comparativo de los diseños de ingeniería, con el estado real de construcción y disposición de Macroceldas, estanques de lixiviado.

Resultado 9. Análisis comparativo de las medidas de adecuación originalmente propuestos y aprobados en el Manifiesto Ambiental con la situación real.

Resultado 10. Diagnóstico y evaluación de la situación actual de todos los factores y aspectos ambientales afectados por el deslizamiento.

Hallazgo 11. Vigencia de la Licencia Ambiental

Hallazgo 12. Realizar todos los estudios, análisis, mediciones y evaluaciones de campo que se requieran para el cumplimiento de los objetivos y alcance de los términos de referencia, generando documentos de respaldos, los cuales serán emitidos y firmados por profesionales y laboratorios acreditados para tal fin.

D.2.4 Compromisos asumidos en la Licencia Ambiental

Las Actividades en el Sitio a Auditar, Fase 2, desarrollada en la operación del RSNJ de Alpacoma y sus oficinas administrativas, permitieron el análisis y verificación de los compromisos asumidos en su Licencia Ambiental y el cumplimiento de los requisitos legales previstos en la normativa general

(Reglamento General de Gestión Ambiental, Reglamento de Prevención y Control Ambiental, reglamentos generales aplicables a cada uno de los factores ambientales identificados en la Licencia Ambiental) que fueron analizados por separado en las siguientes Tablas.

D.2.4.1 Verificacion de cumplimiento de requerimientos

(Técnico-administrativo y ambiental Previsto en la normativa aplicable)

La verificación de cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales previstos en la normativa vigente aplicable a la actividad ambiental, se presenta de manera sistemática en la Tabla B-1, página 306.

D.2.4.2 Licencias Ambientales, Autorizaciones y otros requerimientos

(Técnicos y administrativos, en el marco de los Reglamentos Generales a la Ley del Medio Ambiente)

La Tabla B-2 de la página 310, detalla el proceso que el GAMLP desarrolló en lo referente a Licencias Ambientales.

D.2.5 Disposiciones emanadas por la AACN

La verificación del cuplimiento de las disposiciones emanadas por la AACN a raíz del deslizamiento, se realizaron mediante inspecciones técnicas entre el periodo del 18/01/2019 al 22/08/2019, cuya verificación de su cumplimiento en la AA, se basó a la documentación proporcionada por el MMAYA, GAMLP y TERSA.

- ✓ Tabla B-3, página 315.
- ✓ Tabla B-4, página 317.
- ✓ Tabla B-5, página 318.
- ✓ Tabla B-6, página 319.
- ✓ Tabla B-7, página 320.
- ✓ Tabla B-8, página 321.
- ✓ Tabla B-9, página 322.
- ✓ Tabla B-10, página 323.
- ✓ Tabla B-11, página 324.
- ✓ Tabla B-12, página 325.
- ✓ Tabla B-13, página 327.
- ✓ Tabla B-14, página 331.

D.2.6 Conclusiones

Como resultado de la evaluación técnica y legal, se concluye lo siguiente:

1. Con relación a la Licencia Ambiental GAMLP, GADLP y TERSA, a partir del segundo semestre del año 2006, no consideran lo establecido en el artículo 86 del RGRS, puesto que la situación imprevista no aplica por el tiempo ampliado.

2. El artículo 20 inciso a) de la Ley 1333 señala que se consideran actividades y/o factores susceptibles de degradar el medio ambiente; cuando excedan los límites permisibles a

establecerse en reglamentación expresa, los que contaminan el aire, las aguas en todos sus estados, el suelo y el subsuelo. Asimismo, la emanación de olores y PBV por exposición de los RSD al aire, generaron EDA´s en población aledaña, conjuntivitis y vectores. El artículo 21 de la Ley 1333, claramente establece que es deber de todas las personas naturales o colectivas que desarrollen actividades susceptibles de degradar el medio ambiente, tomar las medidas preventivas correspondientes.

3. El proyecto inicial presentado y aprobado por la AACN no fue ejecutado por la GAMLP y TERSA S.A, aun cuando el Representante Legal se comprometió mediante Declaración Jurada a cumplirlo en franca contravención al Reglamento General de Gestión Ambiental D.S. 24176 del 8 de diciembre de 1995, art 96°, incisos e). Asi como el GADLP, MMAYA el artículo 86 del RGGA referente a realizar los actos de inspección y vigilancia que considere necesarios en los establecimientos, obras y proyectos en que decida hacerlo, a fin de verificar el cumplimiento de la ley. Constituyéndose una infracción conforme el art. 17 parágrafo II inciso e) del Decreto Supremo 28592.

4. La GAMLP, GADLP, MMAYA y TERSA S.A. no dan cumplimiento con lo dispuesto en el artículo 100 del RPCA y NB 760, al aprobar un MA sin la presentación de un diseño, considerado por la AA como una de las causas para el deslizamiento de los RSD, en fecha 15 de enero de 2019, por la acumulación de lixiviado en la Macrocelda 4 y la inexistencia de un canal perimetral.

5. Reducida capacidad de tratamiento del lixiviado por la PTL y diferente ubicación y cantidad de estanques genero un impacto ambiental severo, directo, temporal, localizado, próximo, reversible y recuperable, contraviniendo lo establecido el art. 107 de la ley 1333 y art. 17 paragrafo II, inciso e) del DS 28592.

6. El sobrepeso de residuos sólidos domésticos y descarga de líquidos de la celda 11, Fase III dentro de la Macrocelda 4., tuvo un impacto ambiental negativo al ecosistema circundante afectando la calidad de los factores de aguas, aire y suelos. GAMLP, GADLP, MMAYA y TERSA S.A no dieron cumplimiento a lo establecido en el art. 64 inc. c) del D.S 24176; art 96 inc. h) y art. 17 incisos h) e i) del D.S. 28592.

7. De la verificación de cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales previstos en la normativa vigente aplicable a la actividad ambiental, se evidencia su incumplimiento conforme se presenta de manera sistemática en la Tabla 1.

8. Las Disposiciones emanadas por la AACN a raíz del deslizamiento, se realizaron mediante inspecciones técnicas entre el periodo del 18/01/2019 al 22/08/2019, cuya verificación de su cumplimiento en la AA, se basó a la documentación proporcionada por el MMAYA, GAMLP y TERSA, cuyo incumplimiento se expone en la Tabla 2.

9. De la evidencia obtenida por la AA, se evidencia el incumplimiento de lo dispuesto en el art. 16 y 17 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica por parte de la empresa TERSA S.A., puesto que de la documentación enviada para su revisión no existe ningún tipo de informe de caracterización de aguas residuales crudas o tratadas emitido por un laboratorio autorizado. Asimismo, por la deficiencia en la impermeabilización de las paredes incremento al curso de

agua de la quebrada Alpacoma con un grado de contaminación, que luego es descargado al río Achocalla, vulnerando lo dispuesto en los artículos 20 y 21 de la Ley 1333.

D.2.7 Recomendaciones

1. Hacer conocer los alcances del presente informe legal a la Autoridad Ambiental Competente a efecto de que se dé cumplimiento a lo previsto en la Ley de Medio Ambiente, su reglamentación y demás disposiciones conexas respecto a las conclusiones arribadas precedentemente y adoptar las acciones y procedimientos que correspondan.
2. Ajustar las medidas de mitigación y remediación planteadas por la AA con relación a los hallazgos identificados y los casos que correspondan, según lo informado en el reporte final de la auditoría ambiental, estableciendo plazos para su implementación, monitoreo y control.
3. En aplicación de los Artículos 97 y 98 de la Ley de Medio Ambiente, instruir al GAMLP de manera urgente el establecimiento e implementación de medidas de seguridad ambientales que sean necesarias con la finalidad de mitigar la contaminación producida con el objeto de causar impactos negativos sobre factores ambientales, de acuerdo a lo reportado precedentemente en el presente informe legal.

D.3 Dictamen de la Auditoria Ambiental

D.3.1 Antecedentes

- La Auditoría Ambiental se inicia seis meses después de haberse suscitado el evento
- La AACN determinó el cierre de las operaciones habituales
- La parte operativa y las actividades llevadas a cabo para el cierre y post cierre, que representan una responsabilidad exclusiva del Representante Legal del RSNJ son consideradas en el alcance de la AA.
- El Decreto Supremo N° 28499, define la elaboración de la auditoría en tres fases, la primera de Planificación, la segunda Actividades en el Sitio a Auditar y la tercera Reporte de auditoría ambiental por peligro inminente, consistente en Informes Técnico, Legal, Dictamen y el Resumen Ejecutivo.
- Como resultado de la Fase 3 y conforme al artículo 12 del Decreto Supremo N° 28499, el Dictamen debe contener: *"a. Recomendaciones técnicas para la implementación de medidas de mitigación y alternativas de remediación. b. Identificación cuando corresponda de infracciones a las disposiciones legales en vigencia para que la AAC inicie las acciones legales correspondientes."*

D.3.2 Conclusiones Generales

En la página 331, el Titulo B.5 realiza una explicación extensa de las Conclusiones Generales, que debido a su importancia es preciso leerlas en su totalidad, no siendo posible resumirlas.

D.3.3 Conclusiones Técnicas

D.3.3.1 Geología

El área de estudio en general no presenta las mejores condiciones geológicas geotécnicas para obras de un relleno sanitario por el resumen de los siguientes criterios:

- ✓ El agente más importante que causa los efectos morfológicos e inestabilidad de los suelos es el agua pluvial por la intensa erosión superficial y la acción del agua meteórica.
- ✓ La erosión superficial es intensa como resultado del escurrimiento del agua pluvial en época de lluvias.
- ✓ El agua meteórica por acción erosiva en la zona vadosa ocasiona sifonamiento.
- ✓ La saturación de los suelos por efecto del agua vadosa en época de lluvias podría incrementar la inestabilidad en los taludes y en la misma masa del suelo ocasionando escurrimiento por fluidez.
- ✓ Las aguas superficiales que se insumen por grietas y fracturas en los materiales deslizados, posiblemente escurren sus aguas por los planos de contacto entre suelos deslizados antiguos o nuevos con mayor o menor grado de compactación y la Formación La Paz, constituyendo potenciales planos de deslizamiento.
- ✓ La profundidad del Nivel Freático según estudios geofísicos realizados se encontraría a una profundidad de más de 100 m. y no presenta posibilidad de contaminación de lixiviados
- ✓ Los suelos son sueltos, muy permeables y de poca cohesión como producto de los movimientos en masa y coadyuvan el modelado y formas del terreno superficial. A mayor profundidad los sedimentos de la Formación La Paz, parecen más compactos e impermeables.
- ✓ Los derrumbes, asentamientos y deslizamientos están relacionados con la socavación de las laderas de ríos y quebradas.
- ✓ La ladera Este de la quebrada Alpacoma constituye la zona de mayor riesgo
- ✓ Recientemente se produjo un deslizamiento importante en la ladera este de la quebrada Alpacoma que afectó al camino y otras obras.
- ✓ Los riesgos geológicos actuales corresponden a: caída de bloques de las partes altas de los taludes, activación o reactivación de deslizamientos (por mal diseño de taludes o falencias en la implementación de los diseños), fenómenos de remoción en masa de materiales sueltos producto de trabajos con maquinaria a lo largo de la quebrada Alpacoma.

D.3.3.2 Geotecnia y Geofísica

- ✓ El análisis de las estaciones geomecánicas muestran que el macizo rocoso se comporta diferente con cada cambio en la litología
- ✓ El análisis e interpretación de los datos de campo del macizo rocoso otorga a este un índice de calidad (RMR) de Clasificación III, con valoraciones entre 41-46 correspondientes a una roca de buena calidad.
- ✓ Se efectuaron excavaciones de ocho pozos exploratorios, siete de estos alcanzaron profundidades de tres metros y uno de cuatro metros y medio.
- ✓ Según los resultados en laboratorio las muestras corresponden en su totalidad a suelos tipo CL y SC.
- ✓ Los ensayos SPT ejecutados in situ reportan suelos que corresponden a suelos arcillosos normalmente consolidados con consistencias blanda - rígida y a suelos arcillosos sobreconsolidados con consistencia muy rígida, con N variados, de 3 a 25 golpes.

- ✓ Se realizó ensayos de permeabilidad in situ en dos pozos, obteniéndose resultados de coeficiente de permeabilidad (K) en el orden de 10^{-2} y 10^{-3}.
- ✓ Se efectuaron dos análisis de cohesión (C) en dos muestras de dos pozos de exploración, los valores corresponden a arcilla semirígida.
- ✓ Los valores de ángulo de fricción (ϕ) obtenidos en dos muestran son de 27,5 y 32 grados.
- ✓ Se realizó un estudio geofísico por el método de tomografía electroresistiva, se obtuvieron ocho perfiles, en los cuales, por valores bajos de resistividad se puede apreciar extensas zonas saturadas y con presencia de líquidos.
- ✓ En función a la interpretación de los perfiles geofísicos y reconocimiento de campo se programó la perforación de un pozo con el objetivo de alcanzar un nivel saturado y con presencia de líquido.
- ✓ El pozo denominado PP-4 alcanzó la profundidad de 35 metros, cortando a los 23,0 – 25,5 metros el nivel saturado y con líquidos objetivo de la perforación.

D.3.3.3 Ambientales

- ✓ La calidad del aire en el RSNJ no se encuentra impactada por partículas suspendidas totales y menores a 10 micrones (PST y PM10).
- ✓ Existe impacto por la concentración de Partículas Biológicas Viables (PBV) en un grado de Contaminado a Muy Contaminado.
- ✓ Los olores o concentración de SH_2 representa una molestia olfativa hasta el perimetro del relleno.
- ✓ La calidad de aguas superficiales (datos oficiales presentados en los informes de monitoreo semestrales al MMAyA de la quebrada Alpacoma, puntos RA-50 y RA-100) fueron calificadas como aguas residuales con estándares de calidad en franco deterioro
- ✓ La calidad de aguas subterráneas (muestras de tres (3) pozos con una profundidad de 4 metros. Datos oficiales promedio de 17 informes de monitoreo semestrales presentados al MMAyA de 2010 a 2018), sin Línea Base Ambiental (LBA), tienen excesos a límites permisibles referenciales para los parámetros de sólidos suspendidos totales (SST), DBO_5, DQO, amonio (NH_4), hierro (Fe) y principalmente coliformes con un valor de 11.000 como valor relativo e indicador ambiental, es decir, exceso al límite referencial en 11.000 veces.
- ✓ Los resultados de monitoreo de la calidad de aguas superficiales de la quebrada Alpacoma llevados a cabo por los auditores, demuestran un deterioro incremental a su grado de contaminación. La proporción de impacto alcanza hasta tres veces entre los dos puntos extremos, lo que implica la existencia de una fuente contaminante externa, coincidente con la parte sureste del RSNJ.
- ✓ La pérdida de cobertura vegetal, compactación del suelo y remisión de tierra, en fauna, pudo determinar que algunas especies silvestres, como en el caso de los micromamíferos, hayan perdido su hábitat natural. Así también, se tiene que considerar que la remoción de cobertura vegetal y las actividades diarias dentro el RSNJ han podido determinar, para algunas especies, la generación de hábitats y condiciones propicias, para la presencia de nuevas especies silvestres y exóticas invasoras.

D.3.3.4 Salud

- ✓ Se evidenció que los niños que viven en las comunidades cercanas al RSNJ no presentan alteraciones en el seguimiento de sus índices de peso y talla.

- ✓ Se muestra una variabilidad alta de factores de riesgo que hacen a la población residente cerca al relleno sanitario de Alpacoma sea más o menos vulnerable.
- ✓ La población aledaña a la zona de influencia del relleno sanitario de Alpacoma y los trabajadores perciben que éste afectaría a su salud y el medio ambiente.
- ✓ Analizando el perfil epidemiológico gran parte de la población presenta o presentó síntomas de tipo irritativo de vía área, digestiva y oftalmológica que podrían estar relacionadas a la cercanía del relleno sanitario, así como al tránsito de las movilidades que generan gran cantidad de polvo, aunque también podrían estar atribuidos a la exposición a las ladrilleras de la zona.
- ✓ El estudio de casos controles que evaluó el impacto del RSNJ en la salud de los grupos poblacionales vulnerables que viven en su área de influencia directa e indirecta determinó que no existe riesgo estadísticamente significativo, dicha conclusión puede estar solapada por la presencia de las ladrilleras.

D.3.4 Recomendaciones Técnicas Para la Implementación de Medidas

(De Mitigación y Alternativas de Remediación)

Estas recomendaciones estarán planteadas en función al futuro empleo de esta infraestructura que estaría programada para su reinserción paisajista como área de recreación.

Sin embargo, se plantea una interferencia (por ahora sin una clara definición), la operación de la celda en Saka Churu en actual operación de ubicación muy cercana al Relleno Sanitario Nuevo Jardín en etapa de cierre y post cierre.

La actual celda en funcionamiento emplea parte de la infraestructura del RSNJ (balanza, caseta de control, comedor, cocina, baños, duchas, caminos de acceso y vías internas).

Ambientalmente, el relleno en operación tiene actualmente un grado de impacto sobre el relleno auditado, aunque podamos hacer abstracción de este hecho, las recomendaciones técnicas para la implementación de medidas de mitigación y alternativas de remediación podrían no ser aplicables en el alcance de las mismas; pero queda sin responsabilidad para la empresa auditora, ya que nos ceñiremos a los términos de referencia de la AA.

En cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 12 del Decreto Supremo N° 28499, se expresa una opinión sobre la efectividad y grado de cumplimiento de todas las medidas propuestas e implementadas en el marco de las licencias ambientales, gestión ambiental desarrollada de manera interna por la GAMLP, conforme a regulaciones nacionales y verificar el grado de cumplimiento de la normativa ambiental vigente, dentro del alcance de las medidas de mitigación y remediación:

- ✓ El Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma resulta una segunda experiencia de disposición de residuos sólidos domésticos y asimilables en la ciudad de La Paz, la transferencia de conocimientos, manejo administrativo, técnico, científico, ambiental, seguridad industrial y mantenimiento debió aplicarse en esta segunda experiencia.
- ✓ El cumplimiento irrestricto de la normativa ambiental en el alcance comprometido en los documentos ambientales.
- ✓ Definición clara y precisa de la política de la disposición de la gestión del manejo de los residuos sólidos domésticos, a través de programas de comunicación a la población en general, en particular a la población circundante.

- ✓ Considerar las medidas de adecuación adicionales propuestas en la presente auditoría dentro del Plan de Cierre de la AOP.
- ✓ El manejo del líquido lixiviado representa un elemento altamente contaminante para el medio ambiente, su tratamiento en una Planta de Tratamiento de Lixiviado (PTL) debe garantizar su eficiencia hasta los niveles de calidad propuestos en el Manifiesto Ambiental.
- ✓ Complementariamente, la capacidad de la Planta de Tratamiento de Lixiviado debe estar sustentada en un Balance Hídrico actual a su generación, considerando que el tratamiento del lixiviado en la elaboración de queques sea una opción alternativa y no represente el mayor volumen de tratamiento, debido a que genera impactos asociados a la calidad del aire (olor) y requiere la explotación de suelo original, así como disposición impermeabilizada, incrementado los costos operativos.
- ✓ Las medidas de mitigación y de control técnicas del RSNJ deben considerar la ejecución de estudios preliminares como la topografía; geología local, geomorfología, geotecnia; hidrología; hidrogeología y aguas subterráneas; balance hídrico; análisis de la calidad del lixiviado después de su tratamiento en la PTL; resultados analíticos de los queques para contenido de metales pesados; análisis de biogás; establibilidad de taludes artificiales de suelo natural y estabilidad de taludes de celdas y Macroceldas.
- ✓ Una vez logrados los resultados de cada uno de los estudios se iniiciaran Proyectos a Diseño Final Planta de Tratamiento Biológico y Físico Químico de Lixiviados; Sistema de Drenaje Superficial
- ✓ Control de Riesgos; Reubicación y Adecuación de los Residuos Deslizados; Morfología Superficial y Cobertura Final de Celdas y Macroceldas; Parquización del Nivel Superior de Celdas y Macroceldas; Mejoramiento de Vías; Tratamiento y Disposición Final de Queques; Zona de Amortiguamiento con Especies Arbustivas; Sistema de Extracción y Evacuación de Lixiviados; Sistema de Extracción y Evacuación de Biogás.
- ✓ Su operativización de cada uno de los diseños comprenden al funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Lixiviados; muros vertederos y obras hidráulicas; de contención; construcción de Celdas para la Disposición Final de los Residuos Deslizados; Conformación y Cobertura Final de Celdas y Macroceldas; parquización del nivel superior de Celdas y Macroceldas; conformación de capa de rodado y cunetas de vías; conformación de banco de queques; implementación de la zona de amortiguamiento con especies arbustivas; implementación del sistema de extracción y evacuación de lixviados; de biogás; construcción de pozos de monitoreo para aguas subterráneas e implementación de un plan de monitoreo de los factores ambientales.

D.3.5 Identificación de Infracciones a Disposiciones Legales

Conforme los hallazgos encontrados por la AA, se establece la infracción a las siguientes disposiciones legales:

- ✓ Con relación a la Licencia Ambiental GAMLP, GADLP y TERSA, a partir del segundo semestre del año 2006, no consideran lo establecido en el artículo 86 del RGRS, puesto que la situación imprevista no aplica por el tiempo ampliado.
- ✓ El artículo 20 inciso a) de la Ley 1333 señala que se consideran actividades y/o factores susceptibles de degradar el medio ambiente; cuando excedan los límites permisibles a establecerse en reglamentación expresa, los que contaminan el aire, las aguas en todos sus estados, el suelo y el subsuelo. Asimismo, la emanación de olores y PBV por exposición de los

RSD al aire, lo que genero EDA´s en población aledaña, conjuntivitis y vectores. El artículo 21 de la Ley 1333 claramente establece que es deber de todas las personas naturales o colectivas que desarrollen actividades susceptibles de degradar el medio ambiente, tomar las medidas preventivas correspondientes.

- ✓ El proyecto inicial presentado y aprobado por la AACN no fue ejecutado por la GAMLP y TERSA S.A, aun cuando el Representante Legal se comprometió mediante Declaración Jurada a cumplirlo en franca contravención al Reglamento General de Gestión Ambiental D.S. 24176 del 8 de diciembre de 1995, art 96°, incisos e). Asi como el GADLP, MMAYA el artículo 86 del RGGA referente a realizar los actos de inspección y vigilancia que considere necesarios en los establecimientos, obras y proyectos en que decida hacerlo, a fin de verificar el cumplimiento de la ley. Constituyéndose una infracción conforme el art. 17 parágrafo II inciso e) del Decreto Supremo 28592.
- ✓ La GAMLP, GADLP, MMAYA y TERSA S.A. no dan cumplimiento con lo dispuesto en el artículo 100 del RPCA y NB 760, al aprobar un MA sin la presentación de un diseño considerado como una de las causas para el deslizamiento de los RSD, en fecha 15 de enero de 2019, por la acumulación de lixiviado en la Macrocelda 4 y la inexistencia de un canal perimetral.
- ✓ Reducida capacidad de tratamiento del lixiviado por la PTL y diferente ubicación y cantidad de estanques genero un impacto ambiental severo, directo, temporal, localizado, próximo, reversible y recuperable, contraviniendo lo establecido el art. 107 de la ley 1333 y art. 17 paragrafo II, inciso e) del DS 28592.
- ✓ El sobrepeso de residuos sólidos domésticos y descarga de líquidos de la celda 11, Fase III dentro de la Macrocelda 4., tuvo un impacto ambiental negativo al ecosistema circundante afectando la calidad de los factores de aguas, aire y suelos. GAMLP, GADLP, MMAYA y TERSA S.A no dieron cumplimiento a lo establecido en el art. 64 inc. c) del D.S 24176; art 96 inc. h) y art. 17 incisos h) e i) del D.S. 28592. De la evidencia obtenida por la AA, se evidencia el incumplimiento de lo dispuesto en el art. 16 y 17 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica por parte de la empresa TERSA S.A., puesto que de la documentación enviada para su revisión no existe ningún tipo de informe de caracterización de aguas residuales crudas o tratadas emitido por un laboratorio autorizado. Asimismo, por la deficiencia en la impermeabilización de las paredes incremento al curso de agua de la quebrada Alpacoma con un grado de contaminación, que luego es descargado al río Achocalla, vulnerando lo dispuesto en los artículos 20 y 21 de la Ley 1333.
- ✓ De la evidencia obtenida por la AA, se evidencia el incumplimiento de lo dispuesto en el art. 16 y 17 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica por parte de la empresa TERSA S.A., puesto que de la documentación enviada para su revisión no existe ningún tipo de informe de caracterización de aguas residuales crudas o tratadas emitido por un laboratorio autorizado. Asimismo, por la deficiencia en la impermeabilización de las paredes incremento al curso de agua de la quebrada Alpacoma con un grado de contaminación, que luego es descargado al río Achocalla, vulnerando lo dispuesto en los artículos 20 y 21 de la Ley 1333.
- ✓ De la verificación de cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales previstos en la normativa vigente aplicable a la actividad ambiental, se evidencia su incumplimiento conforme se presenta de manera sistemática en la siguiente Tabla:
- ✓ Las Disposiciones emanadas por la AACN a raíz del deslizamiento, se realizaron mediante inspecciones técnicas entre el periodo del 18/01/2019 al 22/08/2019, cuya verificación de su cumplimiento en la AA, se basó a la documentación proporcionada por el MMAYA, GAMLP y TERSA, cuyo incumplimiento se expone en la Tabla C-2 de la página 348.