Informe de Regencia Ambiental	
N° de expediente	D1-8715-2012-SETENA
Nombre del proyecto	Proyecto Geotérmico Borinquen
Informe ambiental N° (MM/AAAA)	12/2025
Periodo de cubre el informe	Agosto 2025 – Noviembre 2025
Porcentaje de avance de obras	54,60% Etapa constructiva
Porcentaje de avance de medidas ambientales	69.10% Etapa constructiva

Ubicación					
Provincia	Guanacaste	Cantón	Liberia	Distrito	Cañas Dulces
Localidad	11 km NE de Buena Vista		Coordenadas	1194284 N / 344877 E	
N° Plano catastro	G-1982411-2017, G-2036486-2018, G-2003605-2017, G-1995606-2017, G-19822668-2017, G-1987760-2017, G-2039407-2018, G-1996807-2017 y G-2036184-2018		N° de finca	5-14912-000, 5-179684-000, 5-54803-000, 5-36764-000, 5-38650-000, 5-24827-000, 5-54803-000, 5-38920-000 y 5-14911-000	

Empresa desarrolladora	Instituto Costarricense de Electricidad	
Representante legal	Cesar Andrés Roque Siles	Teléfono: 2000-6198
Firma	CESAR ANDRES ROQUE SILES (FIRMA) Firmado digitalmente por CESAR ANDRES ROQUE SILES (FIRMA) Fecha: 2026.02.09 15:22:21 -06'00'	Email: ceroque@ice.go.cr

Responsable ambiental		
Regente ambiental	Elmer González Luna	Teléfono: 8992-9364
Firma	ELMER FABIAN GONZALEZ LUNA (FIRMA) Firmado digitalmente por ELMER FABIAN GONZALEZ LUNA (FIRMA) Fecha: 2026.02.10 08:16:05 -06'00'	email: elgon@ice.go.cr CI-021-2011 SETENA (06/06/2030)

Garantía, bitácora y seguimiento ambiental			
Resolución de garantía	2027-2023-SETENA	Ubicación de bitácora	Oficina de Gestor Ambiental del PG Borinquen. Costado norte de la plazoleta PLB-03.
Monto de garantía	$ 66310	Periodicidad de informes	Cada cuatro meses.
Vigencia de garantía	25/01/2026		

INDICE DE CONTENIDO

INFORMACIÓN GENERAL 1
REGISTRO DE CUMPLIMIENTO AMBIENTAL 8
OBSERVACIONES DEL CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS AMBIENTALES 13
COMPONENTE FÍSICO 14
Medida MFPGB 01. Funcionamiento y mantenimiento de vehículos y maquinaria. 14
Medida MFPGB 02. Emisión y medición de gases no condensables. 16
Medida MFPGB 03. Monitoreo del pH de las lluvias. 23
Medida MFPGB 04. Sistema de monitoreo de gases no condensables. 26
Medida MFPGB 05. Reducción de la cantidad de polvo. 26
Medida MFPGB 06. Monitoreo permanente de gases no condensables. 31
Medida MFPGB 07. Restricción de velocidad y ruido. 31
Medida MFPGB 08. Monitoreo y control del ruido etapa operación, zonas pobladas. 33
Medida MFPGB 09. Monitoreo y control del ruido etapa construcción, en el área de proyecto. 33
Medida MFPGB 10. Monitoreo y control de ruido etapa construcción, en zonas pobladas. 37
Medida MFPGB 11. Monitoreo y control de ruido etapa operación, en el área de proyecto. 41
Medida MFPGB 12. Manejo y conservación del suelo. 41
Medida MFPGB 13. Manejo y control de derrames de hidrocarburos. 42
Medida MFPGB 14. Manejo y control de fluidos geotérmicos. 45
Medida MFPGB 15. Manejo y control de aguas servidas y aceites. 54
Medida MFPGB 16. Manejo y control de residuos sólidos. 55
Medida MFPGB 17. Manejo de hidrocarburos, sustancias peligrosas y aguas residuales. 57
Medida MFPGB 18. Monitoreo de corrosión atmosférica. 58
Medida MFPGB 19. Uso de materiales o pinturas anticorrosivas. 71
Medida MFPGB 20. Red sismológica de monitoreo. 71
Medida MFPGB 21. Plan de restauración y estabilización del relieve. 82
Medida MFPGB 22. Control de procesos erosivos. 83

Medida MFPGB 23. Manejo y conservación de suelos. 84
Medida MFPGB 24. Monitoreo y control de la contaminación del suelo por vertidos de sustancias peligrosas. 84
Medida MFPGB 25. Operación de plantas de concreto. 84
COMPONENTE BIÓTICO..... 86
Medida MBPGB 01. Manejo de cobertura boscosa. 86
Medida MBPGB 02. Plan de restauración de coberturas vegetales. 91
Medida MBPGB 03. Plan de restauración de coberturas vegetales y seguimiento..... 93
Medida MBPGB 04. Sistemas de sedimentación y Monitoreo de la calidad del agua. 93
Medida MBPGB 05. Monitoreo y control de la contaminación con hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas. 101
Medida MBPGB 06. Restauración de cobertura vegetal. 102
Medida MBPGB 07. Monitoreo y control de atropello y estrés de mamíferos. 110
Medida MBPGB 08. Plan de manejo de residuos sólidos ordinarios, interacción con fauna silvestre en sitios de obra. 114
Medida MBPGB 09. Monitoreo de fauna silvestre casa de máquinas operación. 120
Medida MBPGB 10. Control de contaminación lumínica y monitoreo biológica casa de máquinas operación. 120
Medida MBPGB 11. Monitoreo y manejo de herpetofauna y ornitofauna. .. 120
COMPONENTE SOCIAL 128
Medida MSPGB 01. Paisaje. 128
Medida MSPGB 02. Obras comunales. 129
Medida MSPGB 03. Plan de relación con comunidades. 131
Medida MSPGB 04. Visitas comunales a campos geotérmicos y obra comunal. 134
Medida MSPGB 05. Educación vial y obras comunales. 135
..... 135
Medida MSPGB 06. Ahorro energético, manejo de residuos (campamento) y reuniones comité de enlace. 136
Medida MSPGB 07. Mejoras de la infraestructura comunal. 137
Medida MSPGB 08. Obras comunales infraestructura vial. 137
Medida MSPGB 09. Fortalecimiento del comercio y desarrollo local. 142

Medida MSPGB 10. Plan de educación ambiental e infraestructura comunal. 142
Medida MSPGB 11. Electricidad y telecomunicaciones en la comunidad de Las Lilas. 144
Medida MSPGB 12. Capacitación y contratación de personal en comunidades. 144
Medida MSPGB 13. Actividad turística y ruta de la geotermia. 145
Medida MSPGB 14. Monitoreo y control del movimiento de maquinaria y efectos comunales. 146
Medida MSPGB 15. Educación vial, obras comunales, ruta alterna y transporte de sustancias peligrosas. 149
Medida MSPGB 16. Traslado de equipo de perforación. 149
Medida MSPGB 17. Comportamiento de trabajadores en comunidades. ... 150
Medida MSPGB 18. Patrimonio arqueológico. 150
Medida MSPGB 20. Pasos de ganado y estabilización de taludes. 167
Medida MSPGB 21. Plan de acción para movimiento de maquinaria (hoteles). 167
Medida MSPGB 22. Protocolo de manejo de sustancias peligrosas y plan de acción de traslado. 168
Medida MSPGB 23. Protocolo para aislamiento del ganado. 168
Medida MSPGB 24. Monitoreo del pH de lluvia, H_2S, tejido de pastos y frutales. 169
Medida MSPGB 25. Plusvalía de las tierras. 169
Medida MSPGB 26. Consumo de agua de la planta geotérmica. 169
LÍNEA DE TRANSMISIÓN 170
Medida MTPGB 01. Paisaje, uso de postes LT. 170
Medida MTPGB 02. Control de polvo y sedimentos LT. 170
Medida MTPGB 03. Control y manejo de derrames de aceite aislante de transformadores LT. 170
Medida MTPGB 04. Manejo de desechos sólidos y líquidos LT. 170
Medida MTPGB 05. Paisaje, subestación eléctrica tipo compacto y encapsulada LT. 171
Medida MTPGB 06. Educación comunal sobre campos electromagnéticos LT. 171
Medida MTPGB 07. Plan de clasificación y manejo de residuos producto del proceso constructivo y manejo de aguas residuales LT. 171

Medida MTPGB 08. Sistema GIS o encapsulado, optimización de uso y sistema de iluminación de la subestación LT. 171
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 171
Medida MLDPGB 01. Plan de relación con propietarios LD. 171
Medida MLDPGB 02. Plan de relación con instituciones LD. 171
Medida MLDPGB 03. Plan de selección de ruta para LD. 171
Medida MLDPGB 04. Plan de manejo de residuos. 171
Medida MLDPGB 05. Identificación de sitios y dispositivos para reducir la electrocución de fauna 172
Medida MLDPGB 06. Plan de comunicación y relación con las comunidades. 172
ESTADO DE AVANCE CONSTRUCTIVO 172
CUADRO DE SEGUIMIENTO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL 195
NO CONFORMIDADES 248
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 248
REGISTRO FOTOGRÁFICO COMENTADO 250
ANOTACIONES DE BITÁCORA AMBIENTAL (periodo de informe). 260
ANEXOS 267

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Perfil Constructivo del Proyecto Geotérmico Borinquen. 3
Cuadro 2. Pozos perforados en el PG Borinquen desde la etapa de exploración a la actualidad. 6
Cuadro 3. Lista de control ambiental del Proyecto Geotérmico Borinquen. 8
Cuadro 4. Datos del monitoreo de gases en AID y AP de julio 2025 a noviembre 2025. 17
Cuadro 5. Datos de línea previa al desarrollo del yacimiento geotérmico del PG Borinquen. 23
Cuadro 6. Valores de referencia sobre concentraciones de gases 23
Cuadro 7. Quejas por conducción inadecuada de vehículos ICE en caminos vecinales. Periodo agosto - noviembre 2025. 30
Cuadro 8. Registros de monitoreo de ruido en el AP durante el tercer cuatrimestre 2025. 33
Cuadro 9. Registros de monitoreo de ruido en áreas pobladas cercanas al AP en el tercer cuatrimestre 2025. 38
Cuadro 10. Registro de Derrames y Consumo de Material de Contención 42
Cuadro 11. Parámetros de calidad de aguas para consumo humano 54
Cuadro 12. Registro de generación de residuos por tipo 55

Cuadro 13. Categoría de la atmósfera según nivel de corrosión..... 60
Cuadro 14. Clasificación de contaminación por sulfuro y cloruro. 60
Cuadro 15. Tasas de corrosión para el primer año de exposición. 60
Cuadro 16. Grado de corrosión de las estaciones, por método gravimétrico... 62
Cuadro 17. Tasa de deposición dióxido de azufre (SO_2) y cloruros (Cl^-) en la plataforma 2. 63
Cuadro 18. Tasa de deposición dióxido de azufre (SO2) y cloruros (Cl-) en la plataforma 5. 65
Cuadro 19. Clasificación de acuerdo con tasa de deposición en la plazoleta PLB-02. 66
Cuadro 20. Clasificación de acuerdo con tasa de deposición en la plazoleta PLB-05. 67
Cuadro 21. Sitios para el monitoreo de calidad de agua en el Proyecto Geotérmico Borinquen. 93
Cuadro 22. Clasificación de la calidad del agua en función del puntaje total obtenido según el índice BMWP-CR. 95
Cuadro 23. Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados acuáticos recolectados en el Proyecto Geotérmico Borinquen en agosto del 2025. 97
Cuadro 24. Valores obtenidos en los cuerpos de agua monitoreados y detalle de la calidad de agua según el Índice BMWP-CR en el Proyecto Geotérmico Borinquen, agosto 2025. 98
Cuadro 25. Resultados de los parámetros fisicoquímicos para la calidad de cuerpos de agua. Proyecto Geotérmico Borinquen, agosto 2025. 100
Cuadro 26. Resultados adicionales de los análisis fisicoquímicos para la calidad de cuerpos de agua. Proyecto Geotérmico Borinquen, agosto 2025. 101
Cuadro 27. Resultados de los análisis de contaminantes en los cuerpos de agua monitoreados en setiembre 2025, Proyecto Geotérmico Borinquen. 101
Cuadro 28. Registro de Paisaje PG Borinquen, noviembre 2025..... 128
Cuadro 29. Obras comunales según comunidad y seguimiento. 129
Cuadro 30. Área de Influencia Directa. Reuniones efectuadas según lugar y tema desarrollado..... 132
Cuadro 31. Obras Comunales MSPGB 04-Cañas Dulces. 134
Cuadro 32. Avance Obras Comunales MSPGB 05. 135
Cuadro 33. Obras Comunales MSPGB 08 y su seguimiento 141
Cuadro 34. Actividades de educación ambiental MSPGB 10..... 142
Cuadro 35. Distribución relativa de personal del proyecto según provincia de procedencia. Noviembre 2025..... 144
Cuadro 36. Distribución relativa de personal según distrito del área de influencia del proyecto. Noviembre 2025. 144
Cuadro 37. Infecciones Respiratorias Agudas Superiores, EBAIS, Cañas Dulces, Buena Vista, Curubandé, 2025 148
Cuadro 38. Avance Obras Comunales MSPGB 15. 149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano base de la distribución del desarrollo del futuro campo geotérmico Borinquen. Informe técnico ambiental de modificación de obras del PG Borinquen, presentada a la SETENA en octubre del 2023. 1
Figura 2. Esquema de distribución de la central geotérmica. EsIA del Proyecto Geotérmico Borinquen (Tomo I, pág. 36). 2
Figura 3. Esquema de un campo geotérmico bajo explotación. EsIA del Proyecto Geotérmico Borinquen (Tomo I, pág. 37). 2
Figura 4. Proyección de etapas de desarrollo del PG Borinquen. Noviembre 2023. 5
Figura 5. Derechos de circulación de vehículos utilizados en el PG Borinquén. 14
Figura 6. Derechos de circulación de vehículos ICE alquilados del PG Borinquen. 15
Figura 7. Mantenimiento de trampa de hidrocarburos del taller mecánico. 15
Figura 8. Registro de avería de equipos y maquinaria. 16
Figura 9. Monitoreos de gases CO2 y H2S. 17
Figura 10. Registros de CO2 y H2S en la comunidad de Cañas Dulces. 18
Figura 11. Registros de CO2 y H2S en la comunidad de Buena Vista. 19
Figura 12. Registros de CO2 y H2S en las cercanías del Hotel Borinquen. 20
Figura 13. Registros de CO2 y H2S en las cercanías del Hotel Buena Vista... 21
Figura 14. Registros CO2 y H2S en el sector de Casa Maquinas. 22
Figura 15. Colecta de muestras de agua de lluvia. 24
Figura 16. Registro de lluvias 2025. 26
Figura 17. Señalización vial. 27
Figura 18. Irrigación de caminos vecinales para mitigación de polvo durante trabajos de mantenimiento de caminos. 28
Figura 19. Extracción de agua del Rio Tizate para riegos comunales. 28
Figura 20. Extracto de resolución de permiso temporal de extracción de agua. 29
Figura 21. Colocación de tratamiento asfaltico en camino externo. 29
Figura 22. Charla breve acerca de velocidades en caminos del AID. 31
Figura 23. Rotulación con límites de velocidad en el AP. 32
Figura 24. Registros de ruido en el AP en el tercer cuatrimestre 2025. 36
Figura 25. Distancia entre área de perforación y áreas de influencia directa más cercanas. 37
Figura 26. Registros de ruido en zonas pobladas cercanas al AP. 40
Figura 27. Sistemas de silenciadores colocados en pozos productores en el PG Borinquen (PLB-02). 41
Figura 28. Trabajos de manejo de aguas en la Ruta Norte. 41
Figura 29. Atención de derrames de hidrocarburos. 43
Figura 30. Gabinetes de almacenamiento de sustancias peligrosas. 44
Figura 31. Uso de material de contención de derrames. 44

Figura 32. Trabajos de impermeabilización de lagunas. 45
Figura 33. Muestreo de aguas superficiales. 45
Figura 34. Registros de monitoreo de calidad de aguas superficial. 49
Figura 35. Registros de monitoreo semestral de calidad de aguas superficial en fuentes externas. 53
Figura 36. Uso de casetas sanitaras contratadas en los frentes de trabajo. 54
Figura 37. Descarte de residuos del Centro de Transferencia de Residuos Borinquen. 56
Figura 38. Espacios de almacenamiento temporal de residuos en frente de obra. 56
Figura 39. Capacitación sobre gestión de residuos a personal de la brigada ambiental. 57
Figura 40. Gabinete almacenamiento de sustancias peligrosas. 58
Figura 41. Estación de monitoreo de corrosión en sitio aledaño a la plazoleta PLB-05. 59
Figura 42. Velocidad de corrosión, determinada por método gravimétrico, para un periodo de exposición de 3, 6, 12 y 24 meses, en el sitio de monitoreo: Plataforma 2. 62
Figura 43. Velocidad de corrosión, determinada por método gravimétrico, para un periodo de exposición de 3, 6, 12 y 24 meses, en el sitio de monitoreo: Plataforma 5. 63
Figura 44. Histórico de deposición de cloruros y sulfuros, PLB-2. 68
Figura 45. Histórico de deposición de cloruros y sulfuros, PLB-5. 69
Figura 46. Histórico de deposición de cloruros y sulfuros, PLB-2, con datos de los últimos 4 años. 69
Figura 47. Histórico de deposición de cloruros y sulfuros, PLB-5, con datos de los últimos 4 años. 70
Figura 48. Sismicidad superficial (< 25 km de profundidad) anual en los alrededores de Las Pailas, Borinquen y Rincón de la Vieja desde 2005 al 21 de julio del 2025. 73
Figura 49. Número acumulado de sismos en los alrededores de Las Pailas, Borinquen y Rincón de la Vieja desde el 2005 al 21 de noviembre del 2025. .. 73
Figura 50. Distribución de la profundidad de los sismos ocurridos durante el periodo del 2005 al 21 de noviembre del 2025 en los alrededores de Las Pailas y Borinquen. 74
Figura 51. Distribución de la magnitud (Mw) de los sismos ocurridos durante el periodo del 2005 al 21 de noviembre del 2025 en los alrededores de Pailas y Borinquen. 74
Figura 52. Distribución de la sismicidad en los alrededores de Rincón de la Vieja, y los proyectos geotérmicos Las Pailas y Borinquen durante el periodo 2005 al 21 de noviembre de 2025. Los colores de los círculos indican la profundidad, y el tamaño indica la magnitud del sismo. 75
Figura 53. Distribución de la sismicidad en los alrededores de Rincón de la Vieja, y los proyectos geotérmicos Las Pailas y Borinquen del 21 de julio al 21 de

noviembre de 2025. Los colores de los círculos indican la profundidad, y el tamaño indica la magnitud del sismo. Los pozos geotérmicos se representan con círculos negros con cruz..... 76
Figura 54. Distribución de la sismicidad superficial por mes en los alrededores de los proyectos geotérmicos Las Pailas y Borinquen del 21 de julio al 21 de noviembre del 2025..... 77
Figura 55. Distribución de la magnitud (Mw) y profundidad de los sismos durante el periodo del 21 de julio al 21 de noviembre del 2025. 78
Figura 56. Señales sísmicas asociadas a erupciones desde el 2014 hasta el 21 de noviembre del 2025..... 79
Figura 57. Señales sísmicas en el volcán Rincón de la Vieja durante el periodo julio a noviembre del 2025. 80
Figura 58. Señales sísmicas en el volcán Rincón de la Vieja durante el periodo julio a noviembre del 2025. 81
Figura 59. Revegetación natural de escombrera 1..... 83
Figura 60. Crecimiento de vegetación en taludes donde se aplicó hidrosiembra. 83
Figura 61. Sedimentadores para la planta de concreto y lavado de equipos. .. 84
Figura 62. Lechos de secado de sedimentos. 85
Figura 63. Bitácora de limpieza de sedimentadores de la planta de concreto. 85
Figura 64. Medición de pH en la salida de agua de la Planta de Concreto. 86
Figura 65. Sitios de obra del Proyecto Geotérmico Borinquen..... 87
Figura 66. Proceso de inventario forestal para tramite de corta. 88
Figura 67. Proceso de corta de árboles para los trabajos del paso ducto en la entrada de la PLB09..... 89
Figura 68. Proceso de corta de árboles en la LD interna. 89
Figura 69. Mantenimiento de potreros con potencial para futuras obras..... 90
Figura 70. Extracto de base de datos composición florística en el Área de Proyecto del PG Borinquen. Noviembre del 2025. 90
Figura 71. Cantidad de especies florísticas según tipo de hábito registradas en el Área de Proyecto (AP) del Proyecto Geotérmico Borinquen. Noviembre del 2025. 91
Figura 72. Vista actual del sitio donde se incorporaron cúmulos de biomasa vegetal al costado este de la plazoleta PLB-09, en agosto del año 2022. Noviembre 2025. 92
Figura 73. Mapa de coberturas de la tierra del PG Borinquen. 92
Figura 74. Uso de la red tipo D para la colecta de macroinvertebrados acuáticos, río Tizate, Proyecto Geotérmico Borinquen. Agosto 2025. 94
Figura 75. Colecta de macroinvertebrados acuáticos Puente Tubo 3, Proyecto Geotérmico Borinquen. Agosto 2025. 94
Figura 76. Identificación de los especímenes colectados durante el monitoreo de ictiofauna en el Río Tizate, Proyecto Geotérmico Borinquen, setiembre 2025. 96
Figura 77. Individuo de la familia Leptohyphidae, taxón representativo en los monitoreos realizados en agosto del 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen. . 97

Figura 78. Captura de *P. annectens* y toma de datos para el monitoreo de peces. Proyecto Geotérmico Borinquen, setiembre 2025. 99
Figura 79. Colecta de muestras de agua en Río Tizate, durante el mes de agosto. Proyecto Geotérmico Borinquen. 100
Figura 80. Monitoreo diurno de fauna silvestre. Proyecto Geotérmico Borinquen, octubre 2025. 103
Figura 81. Representación gráfica de la cantidad de mamíferos registrados en los transectos monitoreados durante el día y la noche en el periodo agosto-noviembre 2025, Proyecto Geotérmico Borinquen. 103
Figura 82. Registro de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), rata escaladora orejona (*Ototylomys phyllotis*), y rata vespertina (*Nyctomys sumichrasti*) respectivamente durante los monitoreos diurnos y nocturnos. Proyecto Geotérmico Borinquen. 104
Figura 83. Mono araña (*Ateles geoffroyi*) registrado durante los monitoreos diurnos, especie en peligro de extinción, setiembre 2025. 104
Figura 84. Selección de cuadriculas al azar para la instalación de cámaras trampa, Proyecto Geotérmico Borinquen en el Transecto 5, octubre 2025. ... 105
Figura 85. Colocación de cámaras trampa para el monitoreo de mamíferos medianos y grandes. Proyecto Geotérmico Borinquen, agosto 2025. 106
Figura 86. Registro de ocelote (*Leopardus pardalis*) y danta (*T. bairdii*) en monitoreo de mamíferos mediante cámaras trampa durante el tercer periodo 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen. 107
Figura 87. Instalación de redes de niebla. Proyecto Geotérmico Borinquen. . 108
Figura 88. Registro del murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*) y murciélago de hombros amarillos (*Sturnira parvidens*), octubre 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen. 109
Figura 89. Colocación de trampas Sherman para el monitoreo de micromamíferos, agosto 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen. 109
Figura 90. Toma de medidas morfométricas del ratón semiespinoso (*H. salvini*) en monitoreo de micromamíferos. Proyecto Geotérmico Borinquen, setiembre 2025. 110
Figura 91. Registro de avistamiento de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y boa (*Boa imperator*), especies en categoría de amenaza en sitios de obra durante el periodo de agosto-noviembre 2025 Proyecto Geotérmico Borinquen. 111
Figura 92. Registro de atropellos de fauna silvestre, Proyecto Geotérmico Borinquen. 112
Figura 93. Cruces naturales de mamíferos terrestres dentro del Proyecto Geotérmico Borinquen. 113
Figura 94. Rotulación presente en los caminos internos PG Borinquen. 113
Figura 95. Rótulos instalados en sitios de obra. Proyecto Geotérmico Borinquen. 114
Figura 96. Revisión de estaciones separadoras de residuos. Proyecto Geotérmico Borinquen, noviembre 2025. 115

Figura 97. Rótulos instalados en las pizarras informativas y sitios de importancia en los frentes de trabajo dentro del Proyecto Geotérmico Borinquen. 115
Figura 98. A. Rescates realizados durante el periodo de agosto-noviembre 2025. b Nueva especie registrada *S. boulengeri*, Proyecto Geotérmico Borinquen. 117
Figura 99. Estructuras de escape en lagunas y colocación de tapas en pozos de sondeo. Proyecto Geotérmico Borinquen. 118
Figura 100. Acta de recepción del loro frentiblanco (*A. albifrons*) al centro de rescate. Uno de los traslados en el periodo de agosto-noviembre, 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen. 119
Figura 101. Inspecciones en ventanas de infraestructuras realizadas durante el periodo de agosto-noviembre 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen. 120
Figura 102. Monitoreos nocturnos de herpetofauna en el periodo de agosto-noviembre 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen. 121
Figura 103. Registro de Pajarera (*Phrynonax poecilonotus*) y Anolis de río (*Norops oxylophus*), identificados durante los monitoreos nocturnos. Proyecto Geotérmico Borinquen. 122
Figura 104. Registro de rana de ojos rojos de quebrada (*Duellmanohyla rufioculis*) y amplexo de rana de vidrio punteada (*Sachatamia albomaculata*) especies identificadas en los monitoreos nocturnos, agosto-noviembre 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen. 122
Figura 105. Capacitación impartida sobre conocimiento, prevención y manejo de serpientes, anfibios y otros animales, Proyecto Geotérmico Borinquen 2025.123
Figura 106. Monitoreo de aves durante el periodo de agosto-noviembre, 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen. 124
Figura 107. Carpintero picoplata (*Campephilus guatemalensis*), Garza tigre (*Tigrisoma mexicanum*) y Gavilán gris (*Buteo plagiatus*), especies reportadas durante el periodo de agosto-noviembre 2025, Proyecto Geotérmico Borinquen. 124
Figura 108. Cantidad de ornitofauna identificada en los monitoreos diurnos durante el periodo de agosto- noviembre 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen. 125
Figura 109: Tucan picoiris (*Ramphastos sulfuratus*), Periquito barbinaranja (*Brotogeris jugularis*) y Garza del sol (*Eurypyga helias*), especies amenazadas registradas en el periodo agosto-noviembre 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen. 126
Figura 110. Ubicación de los pasos de fauna arborícola. 127
Figura 111. Colocación de cámaras trampa en pasos de fauna aéreos durante el periodo agosto-noviembre 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen. 127
Figura 112. Entrega de estación y bomba de extracción de agua potable a la ASADA Buena Vista que brinda el servicio a la comunidad de El Cedro, Cañas Dulces 130
Figura 113. Reunión con la Asociación de Parceleros de Agua Fría de Cañas Dulces. 131
Figura 114. Reunión con la comunidad de Curubandé. 135

Figura 115. Medidas para el ahorro energético, campamento Curubandé. ... 136
Figura 116. Estaciones de reciclaje, campamento Curubandé. 137
Figura 117. Registro fotográfico labores en Camino Agua Fría..... 141
Figura 118. Registros fotográficos de actividades de educación ambiental, Periodo agosto-diciembre 2025..... 144
Figura 119. Tramo calle Los Coyotes, Cañas Dulces. 145
Figura 120. Tramo Cruce del Cedro- Buenavista. 145
Figura 121. Vehículo alquilado Proyecto. 146
Figura 122. Rotulación paso de maquinaria, ruta proyecto. 146
Figura 123. Informativo disposiciones de comportamiento ambiental 147
Figura 124. Plan de Control de Velocidades, Proyecto Geotérmico Borinquen. 148
Figura 125. Gimnasio del campamento Curubandé. 150
Figura 126. Oficio MNCR-DPPC-157-2025. 151
Figura 127. Oficio 4308-ARQ-017-2025, entrega de informe final de rescate arqueológico..... 152
Figura 128. Informe Final de Rescate Arqueológico en sitio Panales (G-944 Pn). 152
Figura 129. Aprobación CAN propuesta marco de arqueología. 154
Figura 130. Autorización de rescate súbito. 156
Figura 131. Inició de la excavación rescate súbito. 157
Figura 132. Resolución para extender el área a excavar. 158
Figura 133. Rasgo Cultural 1 sector noreste. 159
Figura 134. Excavación de los 12 cuadros, ubicados al sureste. 159
Figura 135. Finalización de la excavación. 160
Figura 136. Vasija reconstruida, ... 160
Figura 137. Reporte de recepción de materiales del Departamento de Protección del Patrimonio Cultural. 161
Figura 138. Informe Final del Rescate Súbito del Rasgo Cultural 1 del sitio Los Planes G-943 LP. 162
Figura 139. Excavación para reubicar el tanque de agua. 163
Figura 140. Resolución CAN probación de propuesta. 165
Figura 141. Ubicación pozos sitio Búfalos G-942 Bf. 166
Figura 142. Ubicación pozos, sitio Los Planes G-943 LP..... 166
Figura 143. Trabajo de campo: pozo de sondeo arqueológico. 167
Figura 144. Laguna de almacenamiento para agua de trabajo. 170
Figura 145. Dispositivos antiescalamiento. Proyecto Geotérmico Borinquen. 172
Figura 146. Construcción de disipadores. 175
Figura 147. Tubería de fluidos condensados SRF. 175
Figura 148. Construcción de cunetas en bermas. 176
Figura 149. Proceso constructivo Ruta Norte. 177
Figura 150. Diseño constructivo Ruta Sur. 178
Figura 151. Pedestales Ruta Sur entre Puente #2 y Puente #3. 179
Figura 152. Paso Ductos #6, #7 y #8. 179

Figura 153. Tubería de Fluidos Condensados SRF. 180
Figura 154. Laguna de Enfriamiento 02- Plazoleta 02 y Terraza de Estación Separadora 02..... 181
Figura 155. Construcción de Bodegas adicionales del Edificio de Activos y Almacenes..... 182
Figura 156. Montaje control automático de bomba ASADA El Cedro. 183
Figura 157. Mejoras en instalación eléctrica Colegio Cañas Dulces. 183
Figura 158. Colocación de malla tierra. 184
Figura 159. Conformación de Camino Curubandé - Agua Fría. 185
Figura 160. Colocación de alcantarillado y construcción de cunetas. 186
Figura 161. Paso vehicular sobre Quebrada Agua Fría. 187
Figura 162. Diseño constructivo de la Escombrera 1. 189
Figura 163. Diseño constructivo y fotografía aérea de la Escombrera 2. 190
Figura 164. Estructuras metalmecánicas instaladas en campo..... 191
Figura 165. Estructuras metalmecánicas en campo, listos para instalar (Silenciadores). 192
Figura 166. Fabricación de 2 Torres de monitoreo..... 192
Figura 167. Instalación de aislante térmico a estructura de tuberías. 192
Figura 168. Fabricación de silenciadores de reposición..... 193
Figura 169. Colocación de colectores de condensados. 193
Figura 170. Montaje de tuberías de salmuera y vapor. 194

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Comprobante de garantía ambiental y nota de entrega en la SETENA. 267
Anexo 2. Manifiestos de transporte de residuos peligrosos. 268
Anexo 3. Análisis de Hidrocarburos y SAM en cuerpos de agua superficiales en el AP..... 270
Anexo 4. Listado de fauna silvestre identificada en monitoreos diurnos y nocturnos en el periodo de agosto-noviembre 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen. 271
Anexo 5. Listado de mamíferos silvestres identificados en monitoreos con cámaras trampa en el periodo de agosto-noviembre, 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen. 275
Anexo 6. Listado de avistamientos de fauna silvestre y rescates en sitios de obra en el Proyecto Geotérmico Borinquen durante el periodo de agosto-noviembre 2025. 276

INFORMACIÓN GENERAL

1. Descripción de la actividad, obra o proyecto

El Proyecto Geotérmico Borinquen se ubica en Cañas Dulces de Liberia es un área geotérmica activa localizada a unos 10 km noroeste del campo geotérmico de Las Pailas I.

En la Figura 1 se presenta el plano base de la distribución del desarrollo del futuro campo geotérmico Borinquen, el cual coincide al diseño presentado en el informe técnico ambiental de modificación de obras del PG Borinquen, aprobado a partir de Resolución Nº 2285-2016-SETENA.

El esquema propuesto considera una unidad con capacidad de 55 MW. Se considerará como un hecho la conexión futura de una segunda planta “Borinquen II” con una capacidad también de 55 MW, por lo que se incluirán colectores comunes para vapor, salmuera y de reinyección en frío, por lo que estas tuberías tendrán un sobre diámetro. Las dos Casas de Máquinas se construirán en el mismo sitio. La planta “Borinquen I” será alimentada por dos satélites, cada uno dimensionado para separar 60 Kg/s de vapor (diseño similar al usado en el Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II) (Figura 2). En Figura 3 se presenta un esquema de un campo geotérmico bajo explotación.

A partir de la modificación al diseño y ubicación de los sitios de obra del proyecto presentada a la SETENA en octubre del año 2023, se contempla la construcción de ocho plazoletas o plataformas de perforación profunda (explotación – reinyección) multi-pozo de modalidad convencional y direccional (Figura 1 y Cuadro 1), con un trazado de tuberías de conducción (bifásicas –reinyección).

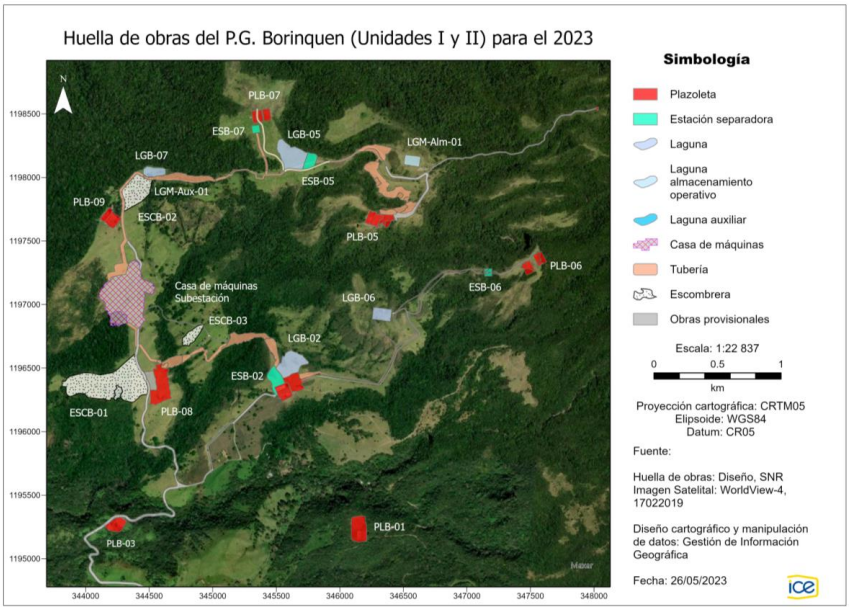


Figura 1. Plano base de la distribución del desarrollo del futuro campo geotérmico Borinquen. Informe técnico ambiental de modificación de obras del PG Borinquen, presentada a la SETENA en octubre del 2023.

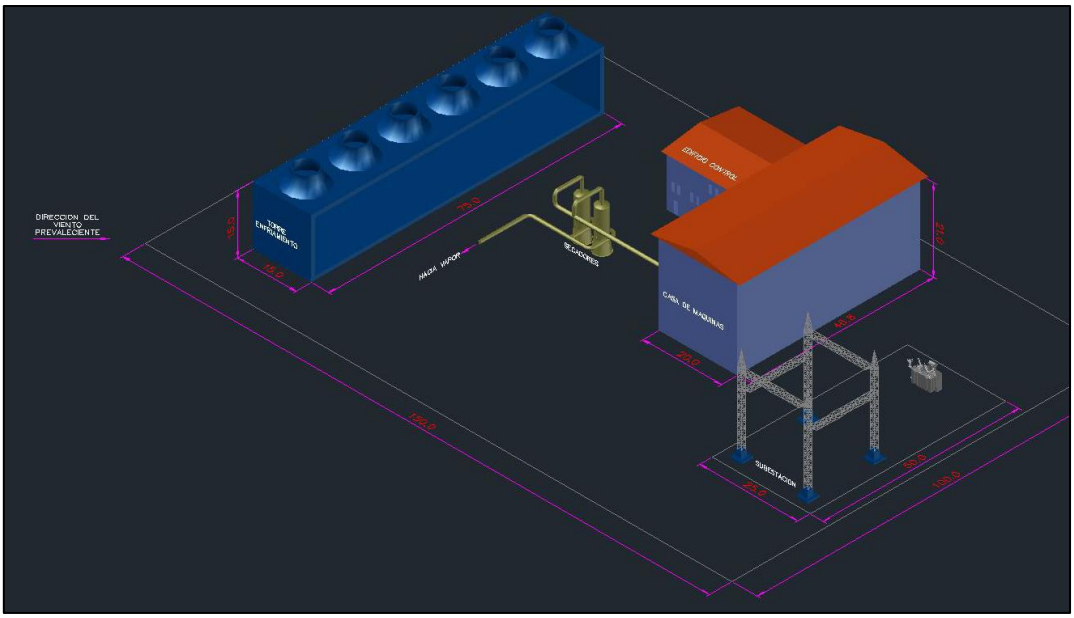


Figura 2. Esquema de distribución de la central geotérmica. EsIA del Proyecto Geotérmico Borinquen (Tomo I, pág. 36).

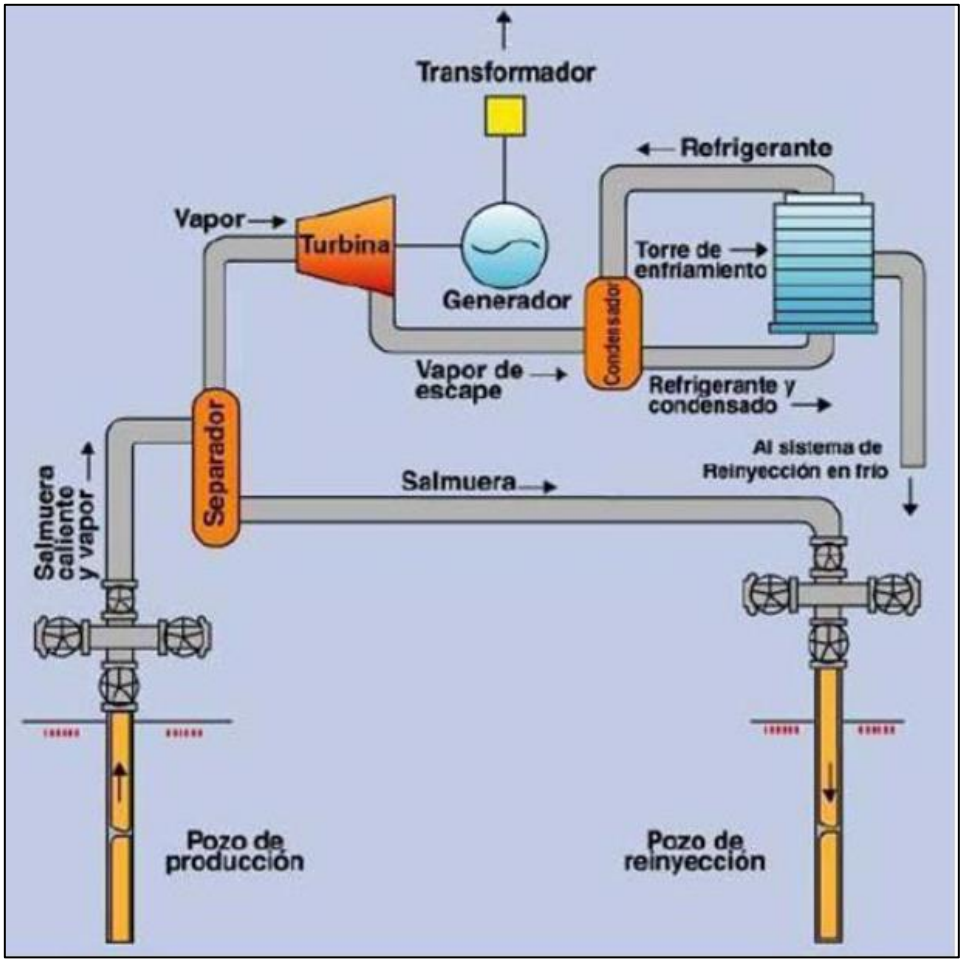


Figura 3. Esquema de un campo geotérmico bajo explotación. EsIA del Proyecto Geotérmico Borinquen (Tomo I, pág. 37).

En el Cuadro 1 se presente el perfil constructivo del Proyecto Geotérmico Borinquen (dimensiones tipo de las obras de construcción o edificios).

Cuadro 1. Perfil Constructivo del Proyecto Geotérmico Borinquen.

Unidad	Obra	Área (ha)	Cobertura/uso	Área (ha)
Borinquen I	Escombrera 1	13,95	Pasto	13,47
			Bosque	0,48
Borinquen I	Escombrera 2	4,12	Pasto	4,12
Borinquen I	Escombrera 3	1,33	Pasto	1,33
Borinquen II	PLB-01	2,29	Sitio de obra existente	2,29
Borinquen I	PLB-02	2,94	Sitio de obra existente	1,28
			Pasto	1,66
Borinquen I	PLB-03	1,25	Sitio de obra existente	1,25
Borinquen I	PLB-05	1,89	Sitio de obra existente	1,12
			Pasto	0,59
			Bosque	0,18
Borinquen II	PLB-06	1,41	Bosque	0,45
			Pasto	0,96
Borinquen II	PLB-07	1,32	Pasto	1,32
Borinquen I	PLB-08	3,53	Pasto	3,53
Borinquen I	PLB-09	1,42	Sitio de obra existente	1,42
Borinquen I	Casa de Máquinas y subestación	13,39	Bosque	1,21
			Pasto	12,18
Borinquen I	Obras provisionales	1,36	Pasto	1,36
Borinquen I	LGB-02	3,14	Pasto	3,14
Borinquen II	LGB-06	1,40	Pasto	1,40
Borinquen I	LGB-05	3,69	Pasto	3,69
Borinquen II	LGB-07	1,10	Pasto	1,10
Borinquen I	Laguna Almacenamiento Operativo (LGB-ALM-01)	0,98	Pasto	0,98
Borinquen I	Laguna Auxiliar (LGB-AUX-01)	0,34	Pasto	0,34
Borinquen I	Sistema de válvulas de aguas	0,12	Pasto	0,12
Borinquen I	ESB-02	1,53	Pasto	1,53
Borinquen II	ESB-06	0,36	Bosque	0,24
			Pasto	0,12
Borinquen I	ESB-05	0,98	Pasto	0,98
Borinquen II	ESB-07	0,36	Pasto	0,36
Borinquen I	Tubería	20,16	Bosque	6,71
			Pasto	13,45

Unidad	Obra	Área (ha)	Cobertura/uso	Área (ha)
Borinquen II		3,83	Bosque	0,86
			Pasto	2,97
Borinquen I	Caminos	19,88	Sitio de obra existente	18,64
			Pasto	1,08
			Bosque	0,16
Borinquen II		4,90	Bosque	0,73
			Pasto	4,17
Borinquen I	Pozo agua de trabajo	0,04	Sitio de obra existente	0,04
Área total (m2)		**1130019**		
Área total (ha)		**113,00**		
% del AP		**4,04%**		

Fuente: Informe técnico ambiental de modificación de obras del PG Borinquen, presentado a la SETENA en octubre del 2023.

En la ejecución del proyecto se irán desarrollando las siguientes obras:

1. Plataformas para la perforación de pozos de producción y reinyección: se requieren para la ubicación de la máquina perforadora y sus equipos, así como las fosas para los lodos y el agua para el proceso de perforación.

2. Caminos de acceso: construcción y habilitación de caminos de acceso para las plataformas de perforación, las estaciones de separación, la casa de máquinas, rutas de tubería, instalaciones provisionales varias, captaciones de agua, escombreras, tanques de agua, entre otras.

3. Sistema de acarreo de salmuera: el sistema de acarreo de salmuera o fluido bifásico comprende tuberías con diámetros que oscilan entre 40 y 90 cm, que se desplazan de los pozos de producción a las estaciones de separación, y de éstas, a los pozos de reinyección.

4. Estaciones de Separación: las estaciones de separación se ubican en puntos estratégicos dependiendo de la topografía del terreno, siendo predominante las ubicaciones que se encuentren a menos elevación con respecto a los pozos; en la medida de lo posible.

5. Lagunas de reinyección: necesarias para la deposición de minerales contenidos en la salmuera durante algunas maniobras del proceso de explotación geotérmico.

6. Sistema de reinyección en frío: sistema de alcantarillado utilizado para el acarreo del agua reinyectada en frío, así como el manejo de fluidos de los drenajes y venteos del sistema de acarreo de salmuera de los vaporductos.

7. Vaporductos: red de tuberías utilizadas para el transporte del vapor desde las estaciones de separación hasta el colector principal en la casa de máquinas.

8. Casa de Máquinas: se albergará el turbogenerador considerado como un generador síncrono con una turbina de vapor a condensación. Adicionalmente se instalarán todos los sistemas auxiliares requeridos para el sistema de conversión como lo son la torre de enfriamientos, sistema de extracción de gases, edificios de control y tableros eléctricos, entre otros.

Por otra parte, en cuanto a la actualización de las etapas del proyecto, la etapa de exploración finalizó a principios del año 2016, mientras que la etapa de desarrollo (construcción) arrancó el 21 de marzo del 2016 (activación de la Responsabilidad Ambiental del proyecto, inicio de la fase de desarrollo del campo geotérmico y posterior fase constructiva). Bajo la actual proyección del plan de expansión de la generación eléctrica de Costa Rica 2022 - 2040, la etapa de explotación del PG Borinquen I se proyecta que inicie en el segundo semestre del año 2027, mientras que, según el Plan de Expansión de la Generación Eléctrica 2022 - 2040, la entrada en producción de Borinquen II está proyectada para el año 2032 (Figura 4).

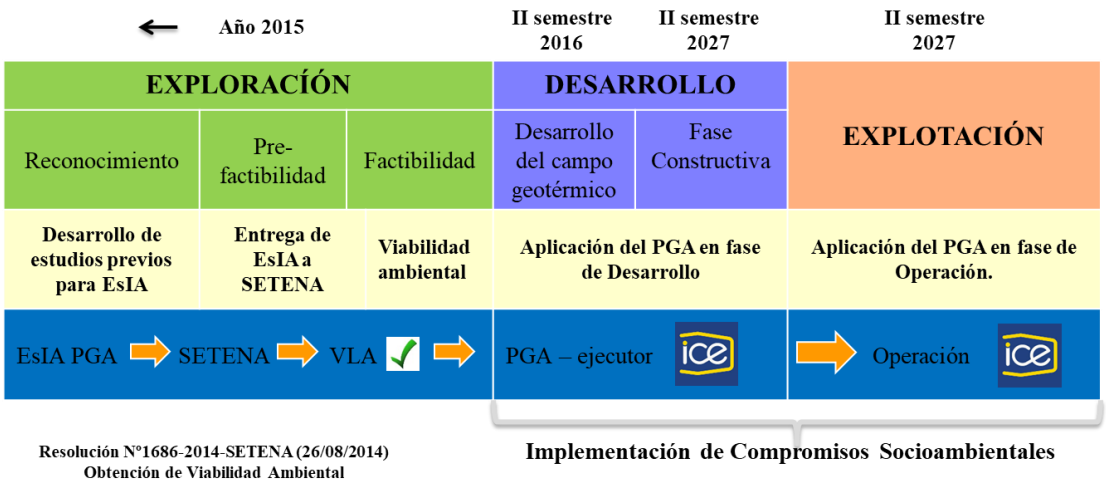


Figura 4. Proyección de etapas de desarrollo del PG Borinquen. Noviembre 2023.

Cabe destacar que durante la etapa de exploración (años 2003 al 2013) se perforaron 5 pozos exploratorios profundos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Pozos perforados en el PG Borinquen desde la etapa de exploración a la actualidad.

Pozos Borinquen	Inicio	Final	Profundidad (m)	Equipo de Perforación
PGB-01	20/03/2003	21/06/2004	2 594,60	Cardwell KB-700
PGB-02	30/07/2020	19/12/2020	2 571,81	National 110-E
PGB-03	18/12/2004	22/04/2005	2 082,70	Cardwell KB-700
PGB-05	17/10/2012	05/06/2013	2 506,70	National 110-E
PGB-08	15/06/2021	29/10/2021	2454,34	Kpem
PGB-09	18/10/2016	27/03/2017	2 512,05	National 110-E
PGB-18	15/08/2023	05/02/2024	2434,94	Kpem
PGB-22	08/10/2012	08/01/2013	1 736,45	Cardwell KB-700
PGB-22	19/06/2013	01/08/2013	2287 (550.55 m más)	National 110-E
PGB-25	08/06/2022	06/03/2023	2429,53	National 110-E
PGB-28	29/11/2024	25/05/2025	2422,31 m	Kpem
PGB-29	10/03/2018	04/08/2018	2 521,00	National 110-E
PGB-32	15/01/2021	08/05/2021	2504.18	National 110-E
PGB-35	15/05/2019	12/10/2019	2597,93	National 110-E
PGB-42	21/01/2020	01/07/2020	2530,77	National 110-E
PGB-45	15/03/2024	30/09/2024	2355,33	National 110-E
PGB-48	19/01/2022	07/06/2022	2205,28	Kpem
PGB-59	26/08/2018	06/03/2019	2 325,57	National 110-E
Nota: El PGB-22 se intervino en dos ocasiones.				

Fuente: Gestión Socioambiental, Fuentes Geotérmicas.

El pozo PGB-01 ubicado en el sector este es considerado el pozo de mayor temperatura registrada actualmente en campos geotérmicos asociados al Volcán Rincón de la Vieja (280 ºC).

El Pozo PGB-03 ubicado en la posición oeste, encontró temperatura debajo de los 200 ºC y baja permeabilidad.

En octubre del año 2012, los pozos PGB-22 y PGB-05 se perforaron simultáneamente para proveer la información necesaria para elaborar el estudio de factibilidad y descripción del Reservorio Geotérmico del PG Borinquen.

El 22 de setiembre del 2016 se presentó a la SETENA una solicitud de modificación al Proyecto Geotérmico Borinquen, con el objetivo de optimizar el aprovechamiento del recurso geotérmico y disminuir el área de construcción.

La perforación del PGB-09 finalizó el 24/03/2017 y debido a razones de índole presupuestario la maquina se trasladó a finalizar el desarrollo de pozos en el PG Las Pailas Unidad II en lo que resta del 2017.

En el 2018 se retomó la perforación en Borinquen mediante el equipo de perforación N°2 del ICE, National 110-E. El 10 de marzo inicia la perforación del pozo PGB-29 y lo termina el 04 de agosto del 2018, para el cual se reporta una profundidad alcanzada de 2154,52 m. El 26 de agosto del 2018 inició la perforación del pozo PGB-59 y finalizó el 6 de marzo del 2019.

Desde el 15 de mayo del 2019 hasta el 12 de octubre del 2019 la máquina perforadora National 110-E trabajó en la perforación del pozo PGB-35, ubicado en la plazoleta PLB-05.

Entre el 30 de octubre y 18 de noviembre del 2019 se realizó la perforación del pozo PGB-05, hasta alcanzar una profundidad de 2636,2 m (129,5 m más de la que contaba).

A partir del 25 de noviembre del 2019 inicia el proceso de traslado del equipo de perforación National 110-E, desde la plazoleta PLB-05 hasta la plazoleta PLB-02. Se tiene planificada la finalización del traslado para el 20 de diciembre del 2019, e iniciar en 2020 las actividades de perforación.

Entre el 21 de enero del 2020 y el 01 de julio del 2020, la máquina National 110-E trabajó en la perforación del pozo PGB-42, ubicado en la plazoleta PLB-02, hasta alcanzar una profundidad de 2530,77 m.

Entre el 07 de julio del 2020 y el 19 de diciembre del 2020, la máquina National 110-E trabajó en la perforación del pozo PGB-02, ubicado en la plazoleta PLB-02, hasta alcanzar una profundidad de 2 571,81 m.

Entre el 15 de enero del 2021 y el 08 de mayo del 2021, la máquina National 110-E trabajó en la perforación del pozo PGB-32, ubicado en la plazoleta PLB-02, hasta alcanzar una profundidad de 2504.18 m.

Entre el 15 de junio del 2021 y el 29 de octubre del 2021, la máquina perforadora Kpem realizó la perforación del pozo PGB-08, ubicado en la plazoleta PLB-08, donde se logró alcanzar una profundidad de 2454,34 m.

Entre el 19 de enero del 2022 y el 07 de junio del 2022, la máquina perforadora Kpem realizó la perforación del pozo PGB-48, ubicado en la plazoleta PLB-08, donde se logró alcanzar una profundidad de 2204,70 m.

Entre el 08 de junio del 2022 y el 06 de marzo del 2023, la máquina perforadora National realizó la perforación del pozo PGB-25, ubicado en la plazoleta PLB-05, donde se logró alcanzar una profundidad de 2429,53 m.

En el mes de mayo del 2023 el equipo de perforación National se traslada al Campo Geotérmico Alfredo Mainieri Protti en Miravalles, para realizar la reparación del PGM-63 y PGM-69, con el propósito de repotenciar las plantas geotérmicas que operan en la zona.

A partir del 15/08/2023, se retoma la perforación de pozos profundos en el PG Borinquen, para ello se ubica el equipo de perforación Kpem en la plazoleta de

reinyección 08, donde se perforó el PGP-18, con una profundidad medida final de 2434,94 m, el cual finalizó el 05/02/2024.

El 03/03/2024 inició la perforación del PGB-45 en la plazoleta 5 con el equipo de perforación National 110-E, donde se alcanzó una profundidad de 2355,33 m y se finalizó el 30/09/2024.

El 29/11/2024 inició la perforación del PGB-28 en la plazoleta 8 con el equipo de perforación Kpem, donde se alcanzó una profundidad de 2422,31 m y se finalizó el 25/05/2025.

REGISTRO DE CUMPLIMIENTO AMBIENTAL

Se presenta la lista de control ambiental utilizada para registrar el cumplimiento de los compromisos ambientales del Proyecto Geotérmico Borinquen durante el presente periodo (Cuadro 3). Se incorporó una descripción rápida de cada medida de control ambiental y se marcó con una “x” la opción correspondiente, donde “NA” significa que la medida no aplica para el periodo de trabajo del informe o bien aplica para otra etapa del proyecto, “No” implica que la medida no fue implementada, “Sí” significa que la medida fue aplicada, mientras que “% de cumplimiento” representa la proporción de cumplimiento de la medida en el periodo que abarca el informe.

Cuadro 3. Lista de control ambiental del Proyecto Geotérmico Borinquen.

MEDIDA	Descripción rápida	Cumplimiento (x)				Observación
		NA	No	Sí	% cumpl.	
COMPONENTE FÍSICO						
MFPGB 01	Funcionamiento y mantenimiento de vehículos y maquinaria.			x	100	Se implementa mantenimiento preventivo, revisión y control de maquinaria.
MFPGB 02	Emisión y medición de gases no condensables.			x	100	Se implementa monitoreo.
MFPGB 03	Monitoreo del pH de las lluvias.			x	100	Se implementa monitoreo.
MFPGB 04	Sistema de monitoreo de gases no condensables.			x	100	Se implementa sistema de monitoreo.
MFPGB 05	Reducción de la cantidad de polvo.			x	100	Avisos, rutas oficiales y rotulación. Riegos en sectores poblados.
MFPGB 06	Monitoreo permanente de gases no condensables.	x				Aplica para la etapa de operación.
MFPGB 07	Restricción de velocidad y ruido.			x	100	Se implementan acciones de

MEDIDA	Descripción rápida	Cumplimiento (x)				Observación
		NA	No	Sí	% cumpl.	
						restricción. Charlas de inducción.
MFPGB 08	Monitoreo y control del ruido etapa operación. Poblados.			x	100	Se implementa monitoreo y control.
MFPGB 09	Monitoreo y control del ruido etapa construcción. Sitios de Obra.			x	100	Se implementa monitoreo y control.
MFPGB 10	Monitoreo y control de ruido etapa construcción. Poblados.			x	100	Se implementa monitoreo y control.
MFPGB 11	Monitoreo y control de ruido etapa operación. Sitios de Obra.	x				Aplica para etapa de operación.
MFPGB 12	Manejo y conservación del suelo.			x		Se implementan sedimentadores temporales y manejo de aguas pluviales.
MFPGB 13	Manejo y control de derrames de hidrocarburos.			x	100	Se implementan acciones de manejo y control. Atención de derrames.
MFPGB 14	Manejo y control de fluidos geotérmicos.			x	100	Se implementan acciones de manejo y control. Lagunas impermeabilizadas.
MFPGB 15	Manejo y control de aguas servidas y aceites.			x	100	Se implementa manejo y control.
MFPGB 16	Manejo y control de residuos sólidos.			x	100	Se implementa sistema de manejo y control. Centro de transferencia. Gestores autorizados.
MFPGB 17	Manejo de hidrocarburos, sustancias peligrosas y aguas residuales.			x	100	Se cuenta con sistema de almacenamiento de sustancias peligrosas.
MFPGB 18	Monitoreo de corrosión atmosférica.			x	100	Entrega de informe. Se implementa monitoreo.
MFPGB 19	Uso de materiales o pinturas anticorrosivas.	x				Aplica para etapa de operación.
MFPGB 20	Red sismológica de monitoreo.			x	100	Entrega de informe. Se implementa monitoreo.
MFPGB 21	Plan de restauración y estabilización del relieve.	x				No aplica para este periodo de informe.
MFPGB 22	Control de procesos erosivos.			x		No aplicó durante este periodo de informe.
MFPGB 23	Manejo y conservación de suelos.			x		Se describen en la Medida MFPGB 12.

MEDIDA	Descripción rápida	Cumplimiento (x)				Observación
		NA	No	Sí	% cumpl.	
MFPGB 24	Monitoreo y control de la contaminación del suelo por vertidos de sustancias peligrosas.			x	100	Se detalla en la medida MFPGB 13.
MFPGB 25	Operación de plantas de concreto.	x				Instalación de planta de concreto, sedimentadores. Concluyó construcción de sistema de reutilización de aguas residuales.
COMPONENTE BIÓTICO						
MBPGB 01	Manejo de cobertura boscosa.			x	100	Se implementa protocolos institucionales y ley forestal. Con permisos de aprovechamiento forestal activo.
MBPGB 02	Plan de restauración de coberturas vegetales.			x	100	Implementación acciones del Plan de restauración y conservación.
MBPGB 03	Plan de restauración de coberturas vegetales y seguimiento.			x	100	Implementación acciones del Plan de restauración y conservación.
MBPGB 04	Sistemas de sedimentación y Monitoreo de la calidad del agua.			x	100	Se implementa control y monitoreo.
MBPGB 05	Monitoreo y control de la contaminación con hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas.			x	100	Se implementa control. Se realizó análisis de laboratorio.
MBPGB 06	Restauración de cobertura vegetal.			x	100	Implementación acciones del Plan de restauración y conservación.
MBPGB 07	Monitoreo y control de atropello y estrés de mamíferos.			x	100	Se implementa monitoreo y control.
MBPGB 08	Plan de manejo de residuos sólidos ordinarios y monitoreo de fauna.			x	100	Se implementa monitoreo de fauna. Rescate y reubicación.
MBPGB 09	Monitoreo de fauna silvestre casa de máquinas operación.			x	100	Se implementa monitoreo de fauna.
MBPGB 10	Control de contaminación lumínica y monitoreo biológica casa de máquinas operación.	x				No aplica para este periodo de informe.
MBPGB 11	Monitoreo y manejo de herpetofauna y ornitofauna.			x	100	Se implementa monitoreo.
MBPGB 12	Pasos aéreos y terrestres.			x	100	Presencia de pasos aéreos.
COMPONENTE SOCIAL						
MSPGB 01	Paisaje.			x	100	Se lleva registro fotográfico. Ver

MEDIDA	Descripción rápida	Cumplimiento (x)				Observación
		NA	No	Sí	% cumpl.	
						apartado de registro fotográfico.
MSPGB 02	Obras comunales.			x	100	Varias concluidas y con finiquito de entrega.
MSPGB 03	Plan de relación con comunidades.			x	100	Se implementa plan. Se realizaron reuniones comunales.
MSPGB 04	Visitas comunales a campos geotérmicos y obra comunal.	x				No aplica para este periodo de informe. Obras comunales reportadas en MSPGB 02.
MSPGB 05	Educación vial y obras comunales.		x		100	Se realizaron charlas de educación ambiental.
MSPGB 06	Ahorro energético, manejo de residuos (campamento) y reuniones comité de enlace.			x	100	Se aplican medidas de ahorro eléctrico y gestión de residuos.
MSPGB 07	Mejoras de la infraestructura comunal.			x	100	No se recibieron solicitudes.
MSPGB 08	Obras comunales infraestructura vial.			x	100	Varias concluidas y con finiquito de entrega.
MSPGB 09	Fortalecimiento del comercio y desarrollo local.		x		100	No se aplicó en el presente periodo.
MSPGB 10	Plan de educación ambiental e infraestructura comunal.			x	100	Se implementa programa de educación ambiental.
MSPGB 11	Electricidad y telecomunicaciones en la comunidad de Las Lilas.			x	100	A la espera de respuesta de FONATEL.
MSPGB 12	Capacitación y contratación de personal en comunidades.			x	100	Se contrata personal de la zona y se aplica inducción.
MSPGB 13	Actividad turística y ruta de la geotermia.			x	100	En proceso constructivo el cerramiento perimetral del CG Borinquen.
MSPGB 14	Monitoreo y control del movimiento de maquinaria y efectos comunales.			x	100	Se realiza monitoreo y control. Mecanismo de atención solicitudes y quejas.
MSPGB 15	Educación vial, obras comunales, ruta alterna y transporte de sustancias peligrosas.			x	100	Se utiliza vía alterna.
MSPGB 16	Traslado de equipo de perforación.			x	100	No se realizaron traslados.

MEDIDA	Descripción rápida	Cumplimiento (x)				Observación
		NA	No	Sí	% cumpl.	
MSPGB 17	Comportamiento de trabajadores en comunidades.			x	100	Información visual en sitios estratégicos.
MSPGB 18	Patrimonio arqueológico.			x	100	Se realizan diagnósticos, evaluaciones y supervisión y rescate arqueológico.
MSPGB 19	Mercado agropecuario, control y manejo de la erosión.			x	100	Se aborda durante reuniones comunales.
MSPGB 20	Pasos de ganado y estabilización de taludes.	x			100	Terreno adquirido por el ICE.
MSPGB 21	Plan de acción para movimiento de maquinaria (hoteles).			x	100	Uso de escoltas. Comunicación con hoteles.
MSPGB 22	Protocolo de manejo de sustancias peligrosas y plan de acción para su traslado.			x	100	Se detalla en MFPGB 13.
MSPGB 23	Protocolo para aislamiento del ganado.			x	100	Se detalla en MSPGB 20.
MSPGB 24	Monitoreo del pH de lluvia, H2S, tejido de pastos y frutales.			x		Se realiza monitoreo.
MSPGB 25	Plusvalía de las tierras.	x				No aplica para este periodo de informe.
MSPGB 26	Consumo de agua de la planta geotérmica.			x	100	Se cuenta con Laguna de Almacenamiento Operativo (LGB-ALM-01)
LÍNEA DE TRANSMISIÓN						
MTPGB 01	Paisaje, uso de postes LT.	x				No aplica para este periodo de informe.
MTPGB 02	Control de polvo y sedimentos LT.	x				No aplica para este periodo de informe.
MTPGB 03	Control y manejo de derrames de aceite aislante de transformadores LT.	x				No aplica para este periodo de informe.
MTPGB 04	Manejo de desechos sólidos y líquidos LT.	x				No aplica para este periodo de informe.
MTPGB 05	Paisaje, subestación eléctrica tipo compacto y encapsulada LT.	x				No aplica para este periodo de informe.
MTPGB 06	Educación comunal sobre campos electromagnéticos LT.	x				No aplica para este periodo de informe.
MTPGB 07	Plan de clasificación y manejo de residuos producto del proceso constructivo y manejo de aguas residuales LT.			x	100	Se detalla en MFPGP 16.
MTPGB 08	Sistema GIS o encapsulado, optimización de uso y sistema de iluminación de la subestación LT.			x	100	Se han instalado adhesivos.
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN						

MEDIDA	Descripción rápida	Cumplimiento (x)				Observación
		NA	No	Sí	% cumpl.	
MLDPGB 01	Plan de relación con propietarios LD.			x	100	Se cuenta con permisos de instalación de anclas.
MLDPGB 02	Plan de relación con instituciones LD.			x	100	Interacción con instituciones y organizaciones comunales.
MLDPGB 03	Plan de selección de ruta para LD.			x	100	Se cuenta con permisos de instalación de anclas.
MLDPGB 04	Plan de manejo de residuos.			x	100	Se aplica sistema de gestión de residuos. Se amplía en MFPGP 16.
MLDPGB 05	Identificación de sitios y dispositivos para reducir la electrocución de fauna.	x				Se cuenta con dispositivos antiescalamiento.
MLDPGB 06	Plan de comunicación y relación con las comunidades.			x	100	Se detalla en MSPGB 03 y MSPGB 07.

Fuente: elaboración propia a partir de revisión de cumplimiento de medidas de control ambiental.

OBSERVACIONES DEL CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS AMBIENTALES

A continuación, se presenta el código y descripción rápida de cada compromiso ambiental (subtítulo en negro), así como, las observaciones de cumplimiento de estos. La información correspondiente, según área, fue suministrada por Gestión Socio ambiental de Fuentes Geotérmicas y Servicios No Regulados: Ingeniero en Producción Industrial Johan Valerio Pérez (gestión Socioambiental Perforación Profunda). La información de la gestión forestal fue aportada por el Ingeniero Forestal Elmer González Luna. La información correspondiente la gestión ambiental del grupo constructivo de Servicios No Regulados aportada por el Ingeniero Ambiental Keneth Villalobos Ramírez. La información correspondiente a Patrimonio Arqueológico es aportada por la Arqueóloga Andrea Morales Araya, Arqueólogo Antoni Azofeifa, Arqueóloga María Rojas y el Arqueólogo Jorge Ramírez Fernández. La información correspondiente a la gestión biológica es aportada por la Bióloga Génesis Rodríguez Naranjo. La información de la gestión social fue aportada por el Sociólogo Jose Pablo Méndez Solís. La información correspondiente al monitoreo de la microsismicidad fue suministrada por el Centro de Servicio Exploración Subterránea (Geól. Waldo Taylor Castillo). La información asociada al Monitoreo de contaminantes atmosféricos (corrosión) fue suministrada por Erika Saborío Leiva y Mario Vega León, del Centro de Investigación en Corrosión. La

información del proceso constructivo es facilitada por el Ingeniero Fabian Orocú Chavarría.

COMPONENTE FÍSICO

Medida MFPGB 01. Funcionamiento y mantenimiento de vehículos y maquinaria.

La flota vehicular que se encuentra en operación en el proyecto cuenta con Marchamo y Revisión Técnica Vehicular al día, dicha acción se constata en la Figura 5 donde se evidencia los derechos de circulación del camión ICE placa 103 7956.

Figura 5. Derechos de circulación de vehículos utilizados en el PG Borinquén.

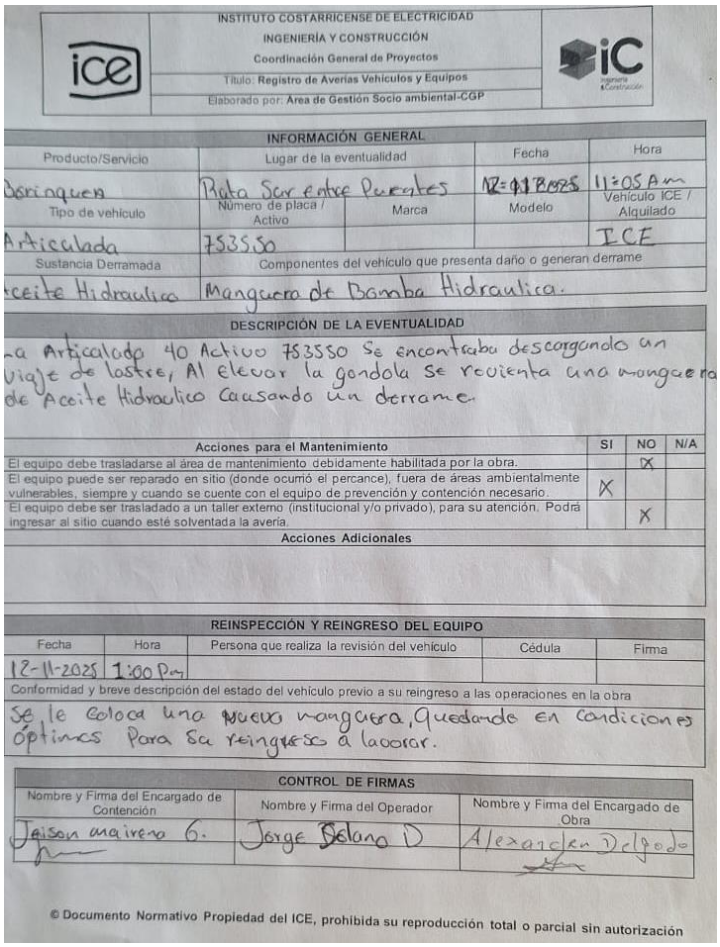
Así mismo, en la Figura 6, se muestran los derechos de circulación al día de uno de los vehículos alquilados por ICE para realizar trabajos en el proyecto, como ejemplo se tomó el vehículo número de placa CL366715.

Figura 6. Derechos de circulación de vehículos ICE alquilados del PG Borinquen.

Para las labores de mantenimiento de los equipos y maquinaria, en el Proyecto Geotérmico Borinquén se cuenta con un sitio utilizado como taller mecánico que tiene una losa de concreto sobre la cual se realiza el mantenimiento correctivo y preventivo a la maquinaria o equipos que presenten averías en obra, la loza cuenta con desniveles que llevarían los posibles derrames hacia canales y posteriormente hacia una trampa de grasas y aceites, la cual recibe mantenimientos según su nivel de saturación como se muestra en la Figura 7. Cabe mencionar que este sitio requiere de mejoras para poder tener un mejor funcionamiento, dichas mejoras se están programando para el 2026.

Figura 7. Mantenimiento de trampa de hidrocarburos del taller mecánico.

Por otra parte, se brinda seguimiento para garantizar que ningún vehículo o maquinaria labore si cuenta con fugas o goteos de hidrocarburos. Cuando los equipos son detectados con este tipo de situaciones son detenidos y enviados a realizar las reparaciones correspondientes. Además, se realiza un registro de avería de maquina o equipo y este no puede regresar a funciones hasta que se encuentra en condiciones adecuadas, este registro se muestra en la Figura 8.



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
Coordinación General de Proyectos
Título: Registro de Averías Vehículos y Equipos
Elaborado por: Área de Gestión Socio ambiental-CGP

INFORMACIÓN GENERAL

Producto/Servicio	Lugar de la eventualidad		Fecha	Hora
Borinquen	Ruta Sarcentre Puentes		12-11-2025	11:05 Am
Tipo de vehículo	Número de placa / Activo	Marca	Modelo	Vehículo ICE / Alquilado
Articulada	753550			ICE
Sustancia Derramada	Componentes del vehículo que presenta daño o generan derrame			
Aceite Hidraulico	Manguera de Bomba Hidraulica.			

DESCRIPCIÓN DE LA EVENTUALIDAD

La Articulada 40 Activo 753550 Se encontraba descargando un viaje de lastre, Al elevar la gondola se revienta una manguera de Aceite Hidraulico Causando un derrame.

Acciones para el Mantenimiento	SI	NO	N/A
El equipo debe trasladarse al área de mantenimiento debidamente habilitada por la obra.		X	
El equipo puede ser reparado en sitio (donde ocurrió el percance), fuera de áreas ambientalmente vulnerables, siempre y cuando se cuente con el equipo de prevención y contención necesario.	X		
El equipo debe ser trasladado a un taller externo (institucional y/o privado), para su atención. Podrá ingresar al sitio cuando esté solventada la avería.		X	

Acciones Adicionales

REINSPECCIÓN Y REINGRESO DEL EQUIPO

Fecha	Hora	Persona que realiza la revisión del vehículo	Cédula	Firma
12-11-2025	1:00 Pm			

Conformidad y breve descripción del estado del vehículo previo a su reingreso a las operaciones en la obra

Se le coloca una nueva manguera, Quedando en condiciones óptimas Para su reingreso a laborar.

CONTROL DE FIRMAS

Nombre y Firma del Encargado de Contención	Nombre y Firma del Operador	Nombre y Firma del Encargado de Obra
Jaison Madrigal G.	Jorge Solano D	Alexander Delgado

© Documento Normativo Propiedad del ICE, prohibida su reproducción total o parcial sin autorización

Figura 8. Registro de avería de equipos y maquinaria.

Medida MFPGB 02. Emisión y medición de gases no condensables.

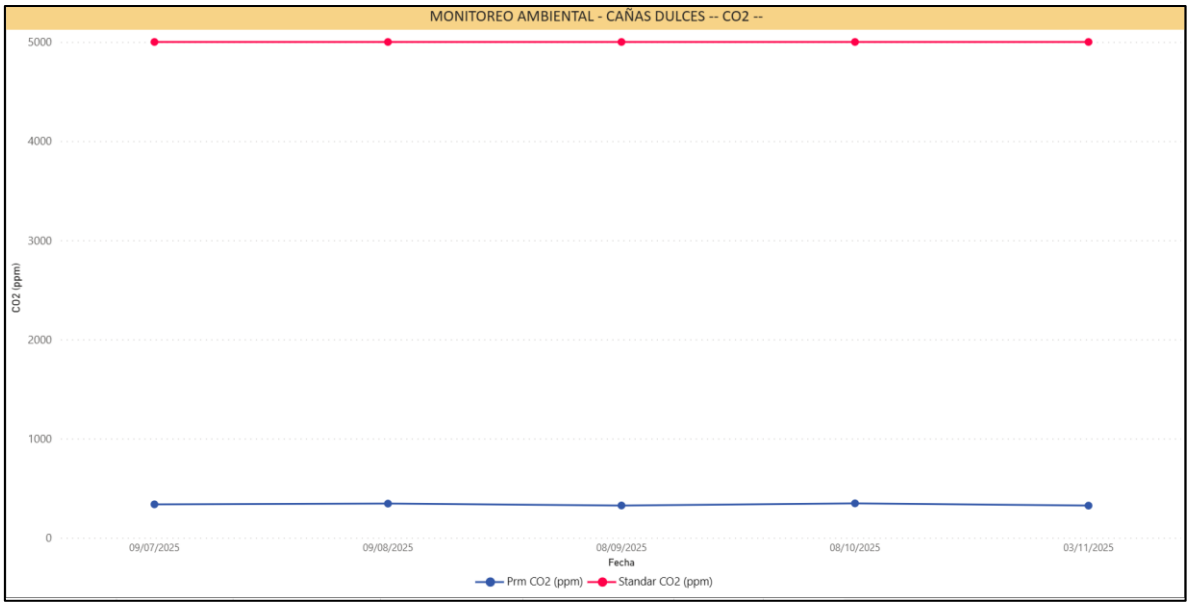
Actualmente se cuenta con un programa de monitoreo periódico de inmisiones de gases (H_2S, CO_2) en puntos cercanos a sitios poblados y en el lugar donde se tiene previsto construir la planta de generación. En la Figura 9 se puede apreciar un ejemplo del monitoreo de gases realizado durante el periodo.

Figura 9. Monitoreos de gases CO2 y H2S.

En el Cuadro 4, se detalla de forma resumida los valores obtenidos con los monitoreos ambientales realizados en el área de influencia y en el sitio de Casa de Máquinas (lugar donde se instalará la Planta de Generación). Además, de la Figura 10 a la Figura 14 se muestran los resultados obtenidos por fecha en cada uno de los sitios monitoreados.

Cuadro 4. Datos del monitoreo de gases en AID y AP de julio 2025 a noviembre 2025.

CALIDAD DEL AIRE - CAMPO GEOTERMICO BORINQUEN								
Descripcion_Sitio	CO2_Min	CO2_Prom	CO2_Max	CO2_MaxStd	H2S_Min	H2S_Prom	H2S_Max	H2S_MaxStd
CAÑAS DULCES	324	335	347	5000	0,000	0,001	0,001	0,010
CASA MAQUINAS BORINQUEN	275	313	345	5000	0,000	0,001	0,001	0,010
HOTEL BORINQUEN	292	327	377	5000	0,000	0,001	0,001	0,010
HOTEL BUENA VISTA	290	312	341	5000	0,000	0,001	0,001	0,010
POBLADO BUENA VISTA	322	327	333	5000	0,000	0,001	0,001	0,010



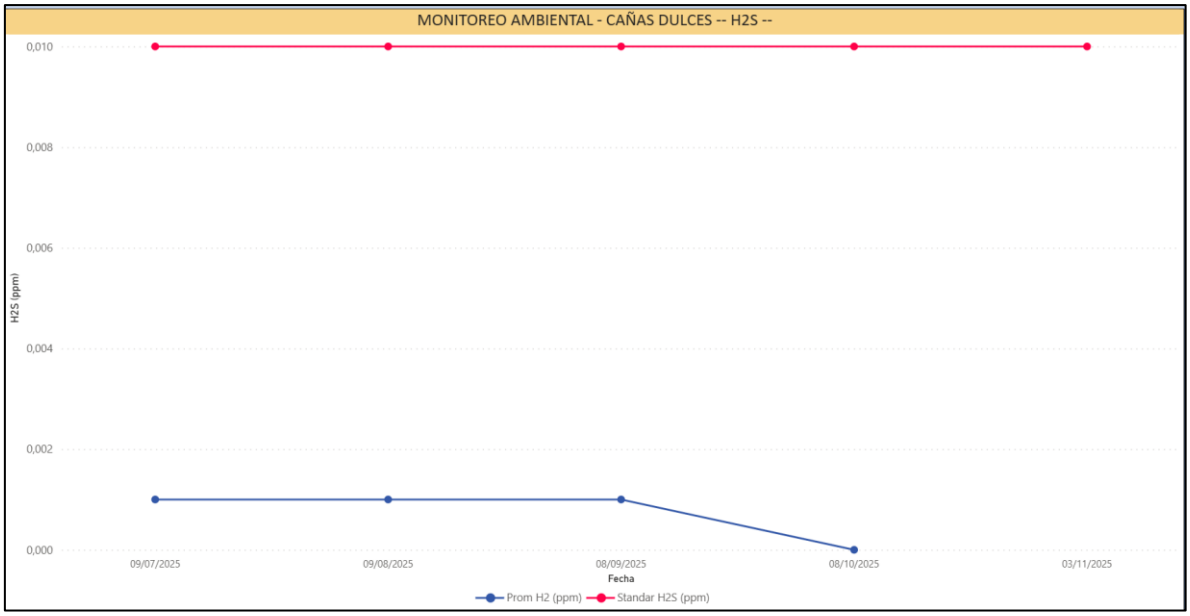
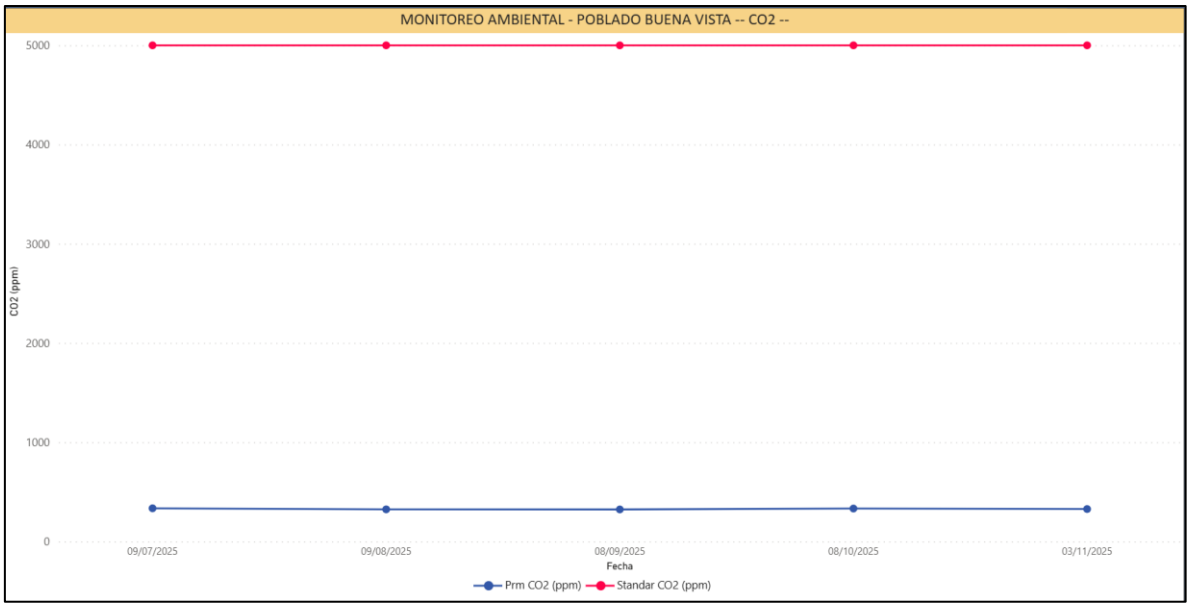


Figura 10. Registros de CO2 y H2S en la comunidad de Cañas Dulces.



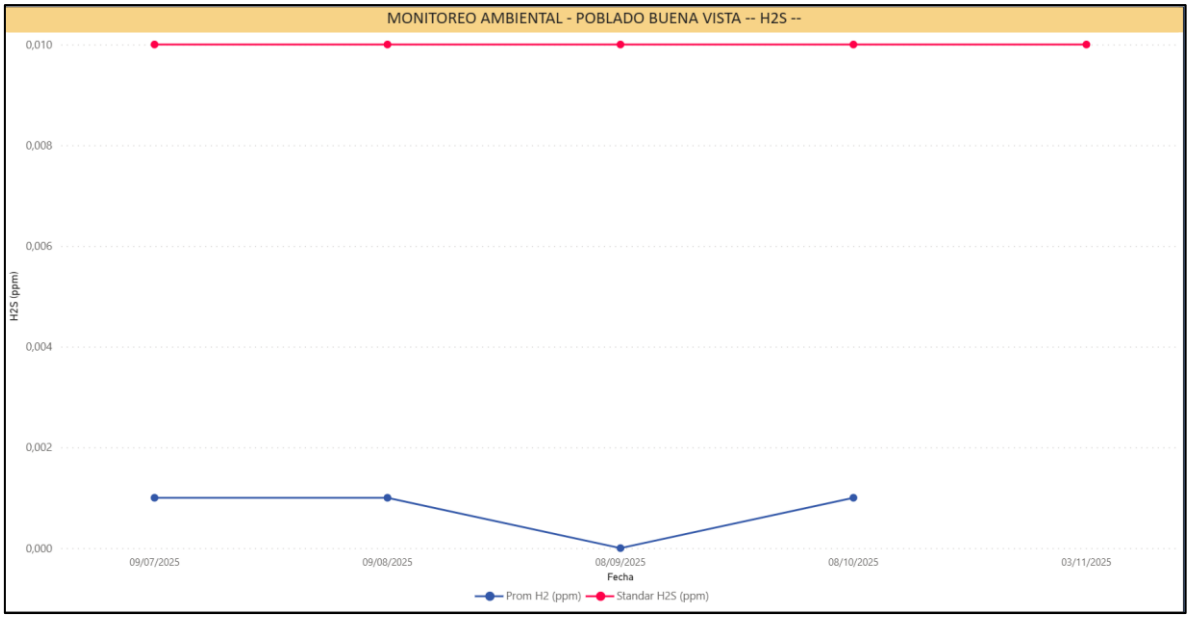
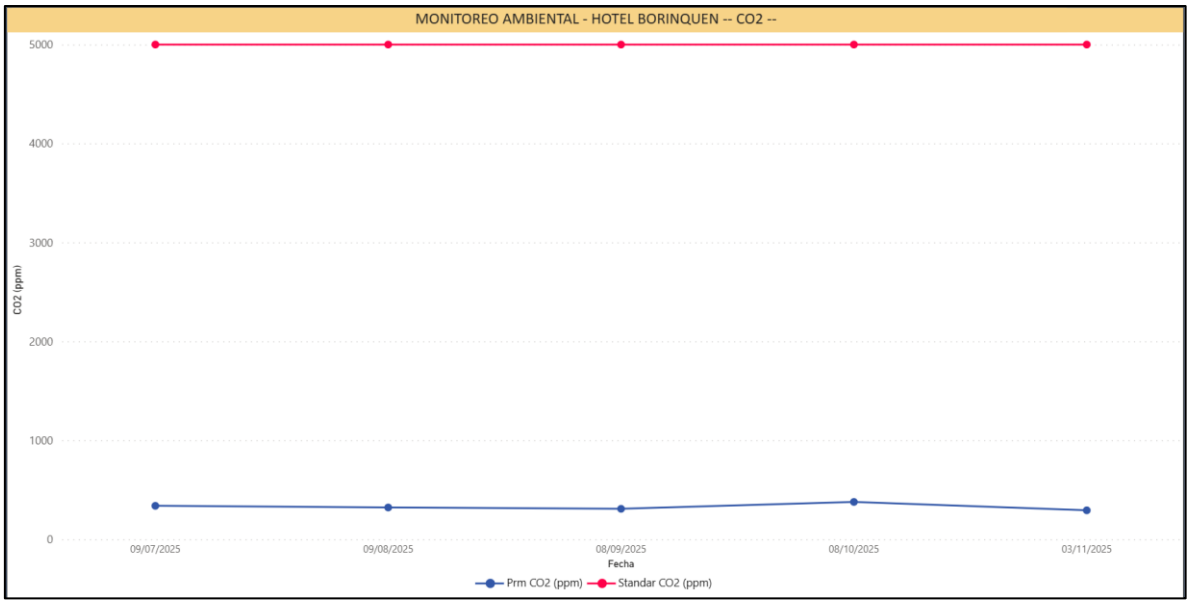


Figura 11. Registros de CO2 y H2S en la comunidad de Buena Vista.



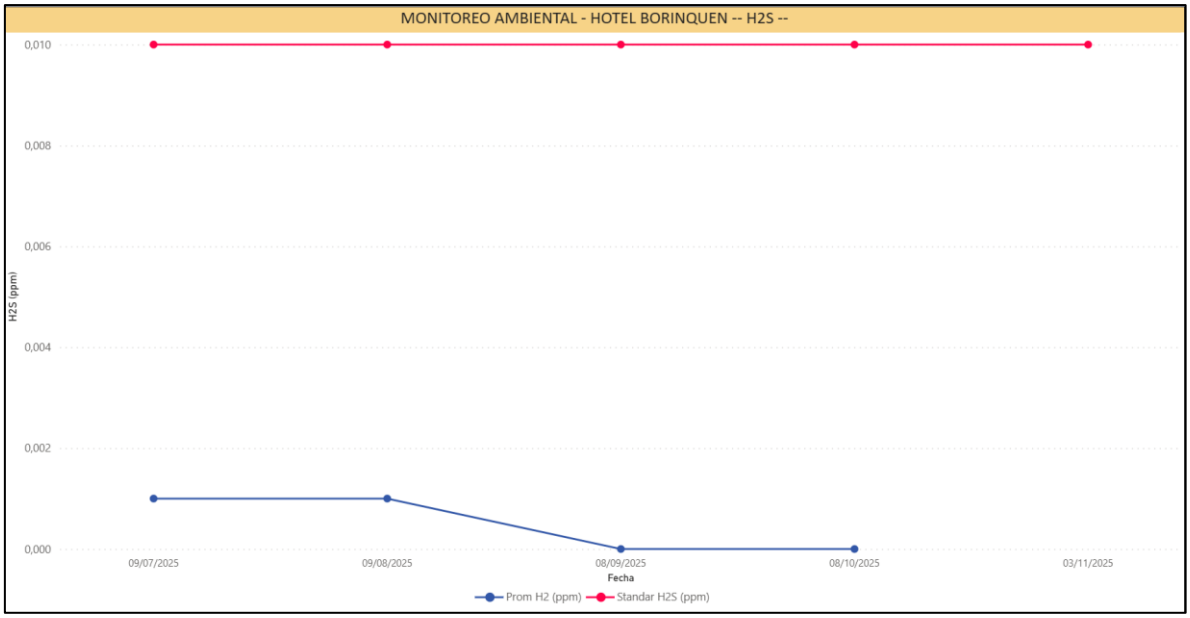
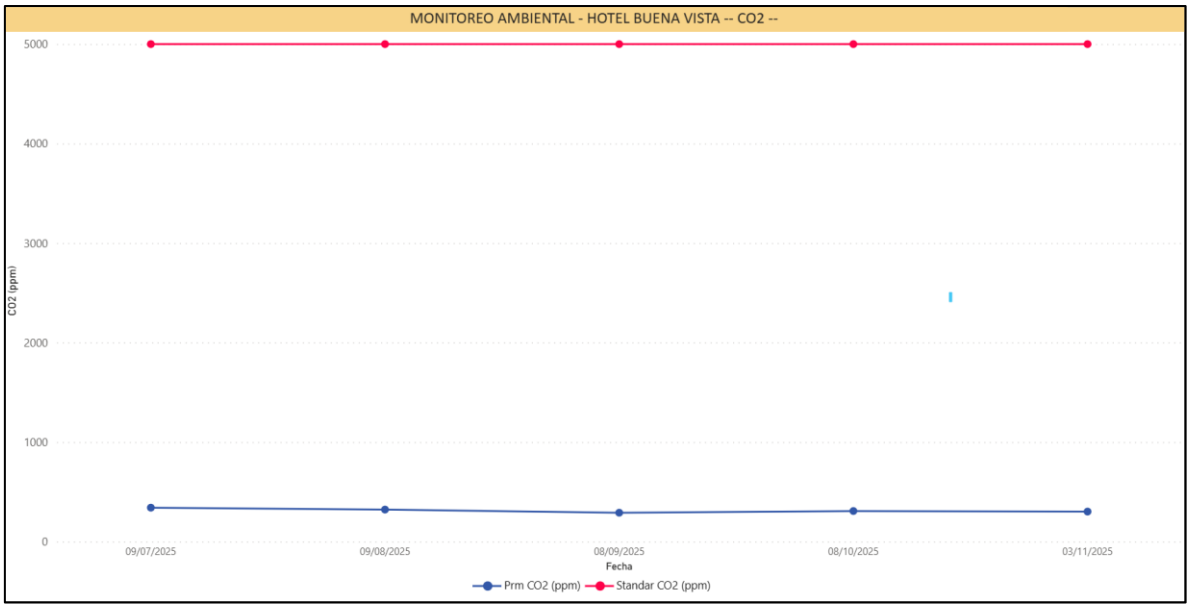


Figura 12. Registros de CO2 y H2S en las cercanías del Hotel Borinquen.



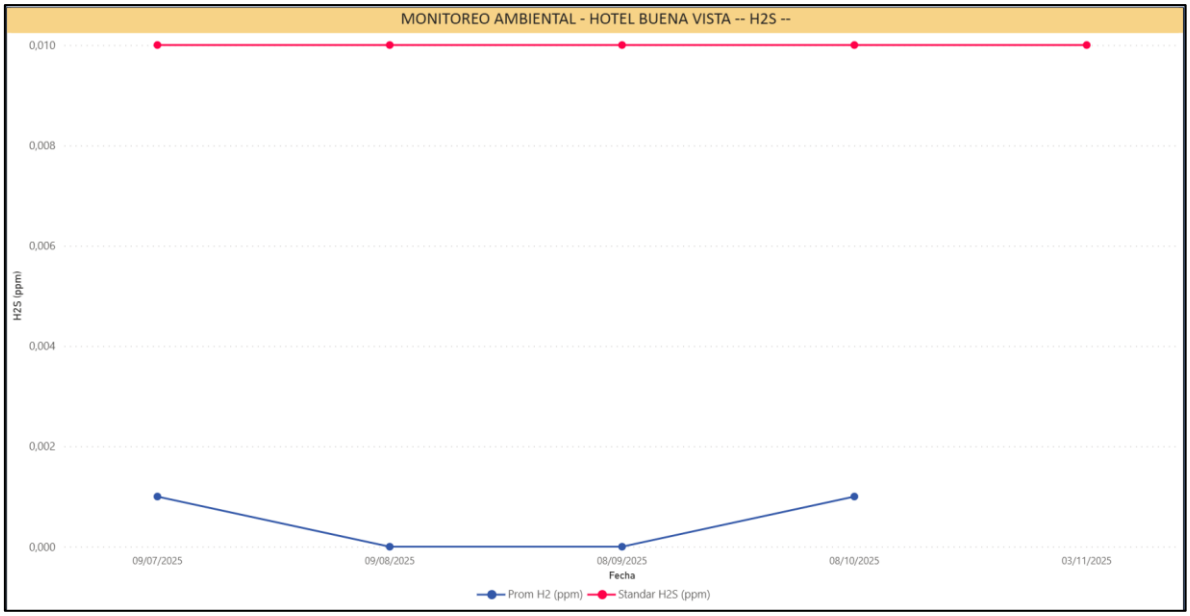
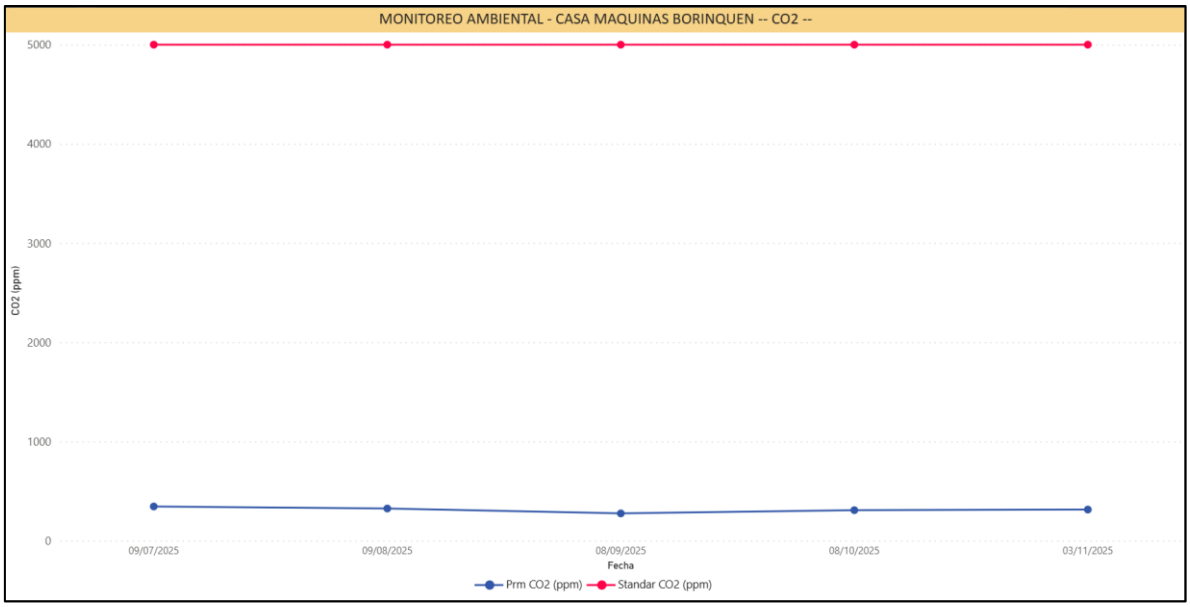


Figura 13. Registros de CO2 y H2S en las cercanías del Hotel Buena Vista.



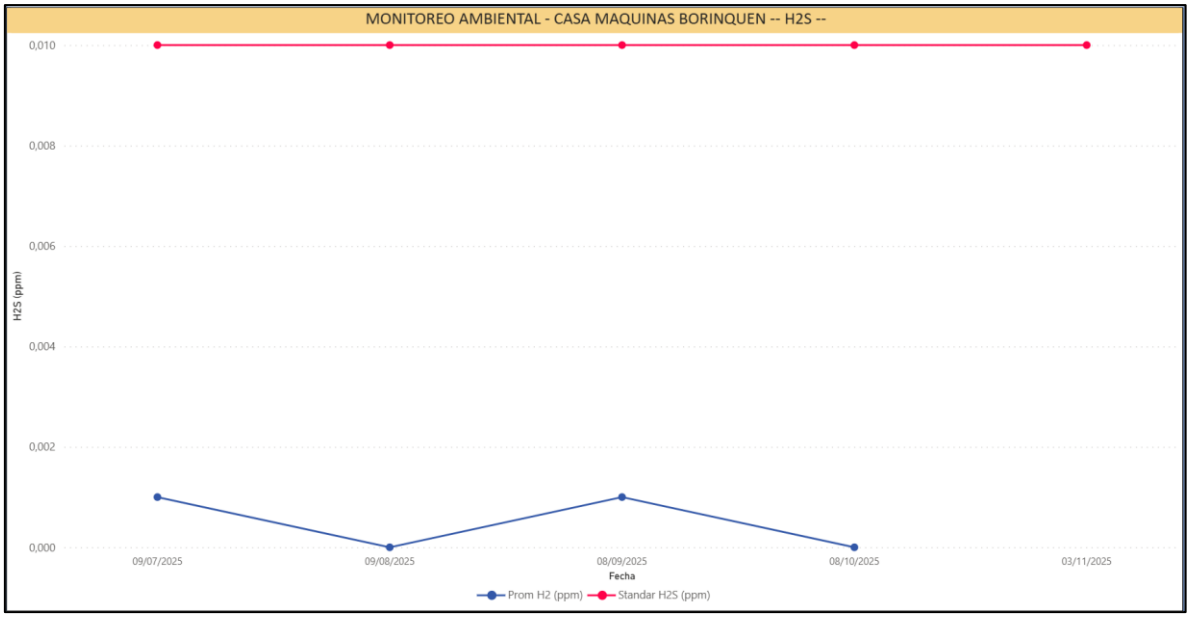


Figura 14. Registros CO2 y H2S en el sector de Casa Maquinas.

Según la información aportada se evidencia que las mediciones de gases (H_2S y CO^2), realizadas en áreas pobladas y Casa de Máquinas, no representan alteración a las condiciones del ambiente, ya que los valores registrados se encuentran dentro de los rangos obtenidos en la etapa previa al desarrollo del yacimiento geotérmico en Borinquen (datos de línea base indicado en
Cuadro **5**), asimismo, los datos están muy por debajo de valores de referencia emitidos por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, del Departamento de Trabajo de EEUU por sus siglas en ingles conocido como OHSA (
Cuadro **6**).

Cuadro 5. Datos de línea previa al desarrollo del yacimiento geotérmico del PG Borinquen.

Datos de línea base		
Campo Geotérmico Borinquen	**Mínimo**	**Máximo**
H_2S (ppm)	0.000	0.023
Co_2 (ppm)	233	620

Cuadro 6. Valores de referencia sobre concentraciones de gases

Valores de referencia sobre concentraciones de gases				
Gas	**Organización**	**Referencia**	**Tiempo de exposición para 8 horas**	**Tiempo de exposición para 10 minutos**
H_2S	OSHA	E-CFR - 1910.1000 TABLA Z-2	20 ppm	50 ppm
CO_2	OSHA	E-CFR - 1910.1000 TABLA Z-1	5000 ppm	-------

Es importe mencionar que el equipo de H2S se encuentra en proceso de calibración, por lo que los monitoreos de este gas se han estado realizando con equipo en condición de préstamo de otro grupo de organización, por lo que no se ha cumplido con la totalidad monitoreos. Sin embargo, las muestras obtenidas continúan por debajo de los límites.

Medida MFPGB 03. Monitoreo del pH de las lluvias.

En el PG Borinquen se realiza un programa de monitoreo periódico de la evolución del pH de las lluvias en áreas pobladas cercanas y área de proyecto, para monitorear los niveles de lluvia ácida.

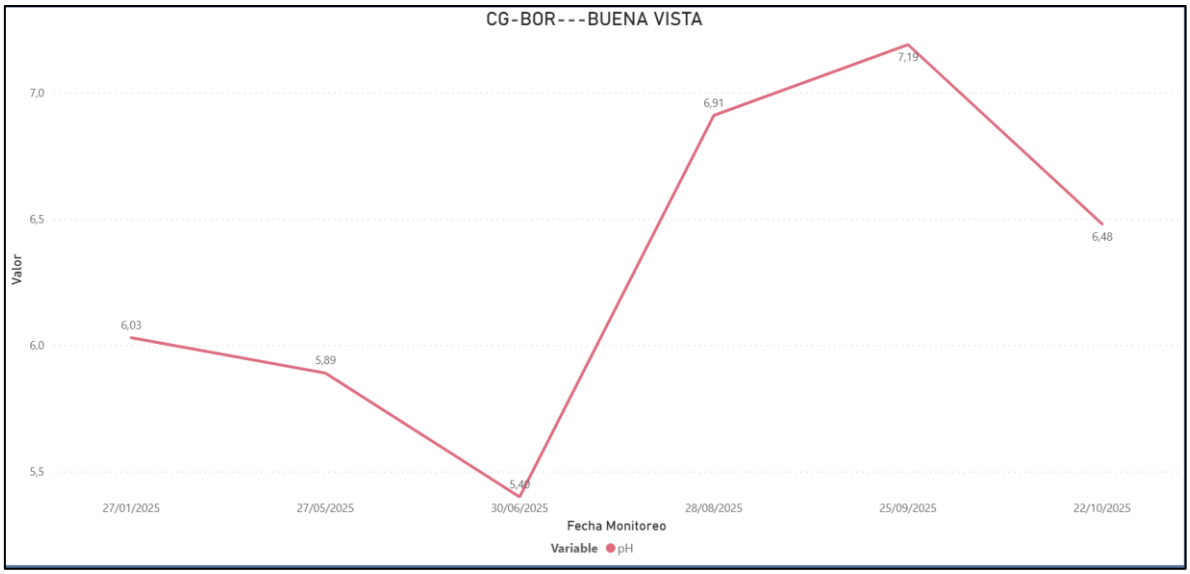
El pH de las lluvias se monitorea previo al inicio de obras para generar la línea base de información en el AP y AID, en este caso particular, el campo geotérmico Borinquen se encuentra ubicado en las faldas del volcán Rincón de la Vieja, razón por la cual, normalmente el área presenta lluvias ácidas de origen volcánico. La lluvia ácida se produce cuando formación de contaminantes producto de la oxidación de óxidos nitrosos (NOx) o dióxido de azufre (SO2), son expedidos de manifestaciones hidrotermales como fumarolas y cráteres, entran en contacto con la precipitación, niebla o llovizna y la deposita en la superficie. Como ese proceso de alteración química puede durar días, las coberturas geográficas de esos contaminantes pueden abarcar muchos kilómetros (área y distancia) y afectar en forma seca o húmeda.

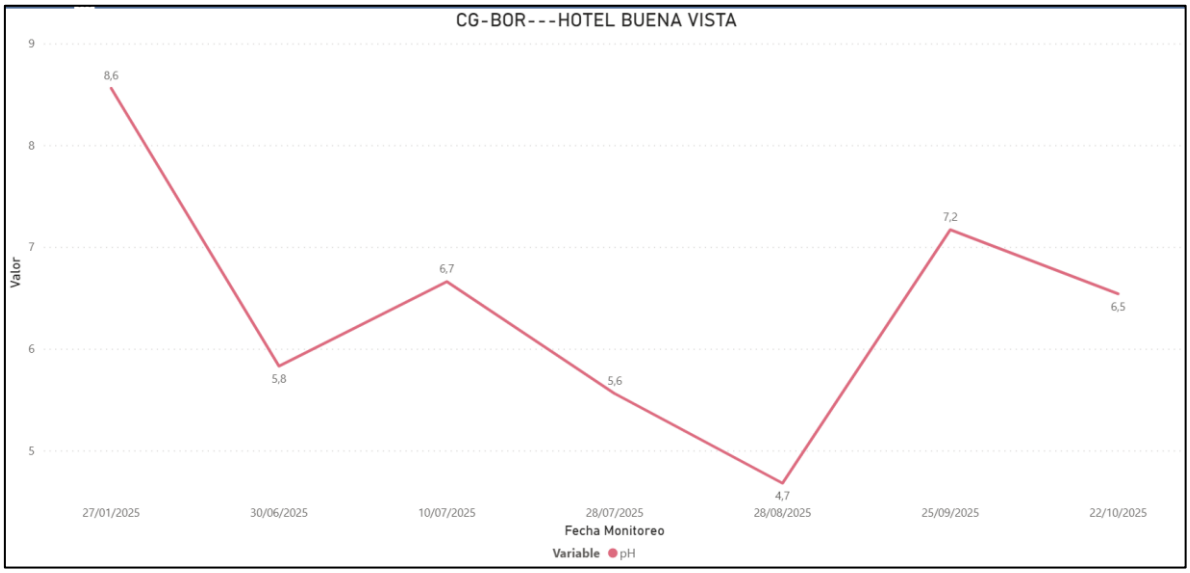
El agua llovida se recolecta bisemanalmente como se muestra en la Figura 15 y se analiza en un cromatógrafo, instrumento que permite separar químicamente una muestra acuosa o gaseosa para conocer su composición.

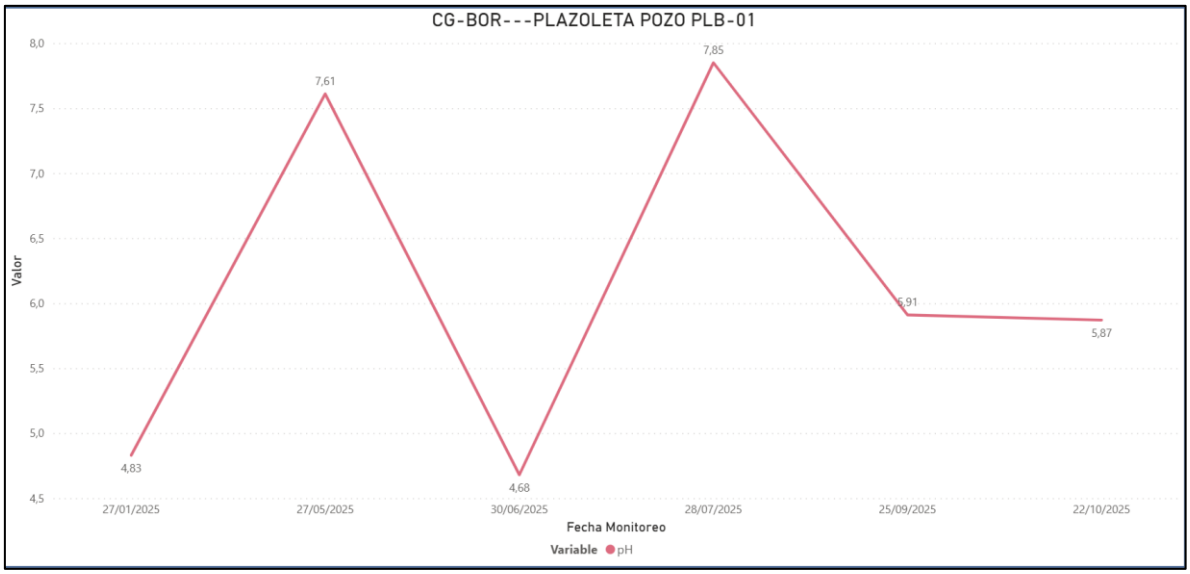
Figura 15. Colecta de muestras de agua de lluvia.

En la Figura 16 se puede apreciar los resultados del análisis de las muestras de lluvia recolectadas durante el periodo en el cual se tiene datos de mayo y junio del 2025. En los datos recolectados se puede apreciar que el ph se encuentra en nivel ácidos, lo que es correspondiente según la tenencia historia a la actividad vulcanológica de la zona. Lo anterior puede verificarse en los informes presentados desde la línea base donde la tendencia de un ph acido se mantenido en el tiempo.

La línea base y los resultados de los monitoreos periodos permiten tener la certeza que el campo geotérmico no ha venido a realizar alteraciones a la zona, sino que, la condición de lluvia acida es ya propia del lugar.


CG-BOR---BUENA VISTA
7,0
6,5
6,0
5,5
Valor
6,03
5,89
5,40
6,91
7,19
6,48
27/01/2025
27/05/2025
30/06/2025
28/08/2025
25/09/2025
22/10/2025
Fecha Monitoreo
Variable pH


CG-BOR---HOTEL BUENA VISTA
9
8
7
6
5
Valor
8,6
5,8
6,7
5,6
4,7
7,2
6,5
27/01/2025
30/06/2025
10/07/2025
28/07/2025
28/08/2025
25/09/2025
22/10/2025
Fecha Monitoreo
Variable pH


CG-BOR---PLAZOLETA POZO PLB-01
8,0
7,5
7,0
6,5
6,0
5,5
5,0
4,5
Valor
4,83
7,61
4,68
7,85
5,91
5,87
27/01/2025
27/05/2025
30/06/2025
28/07/2025
25/09/2025
22/10/2025
Fecha Monitoreo
Variable pH

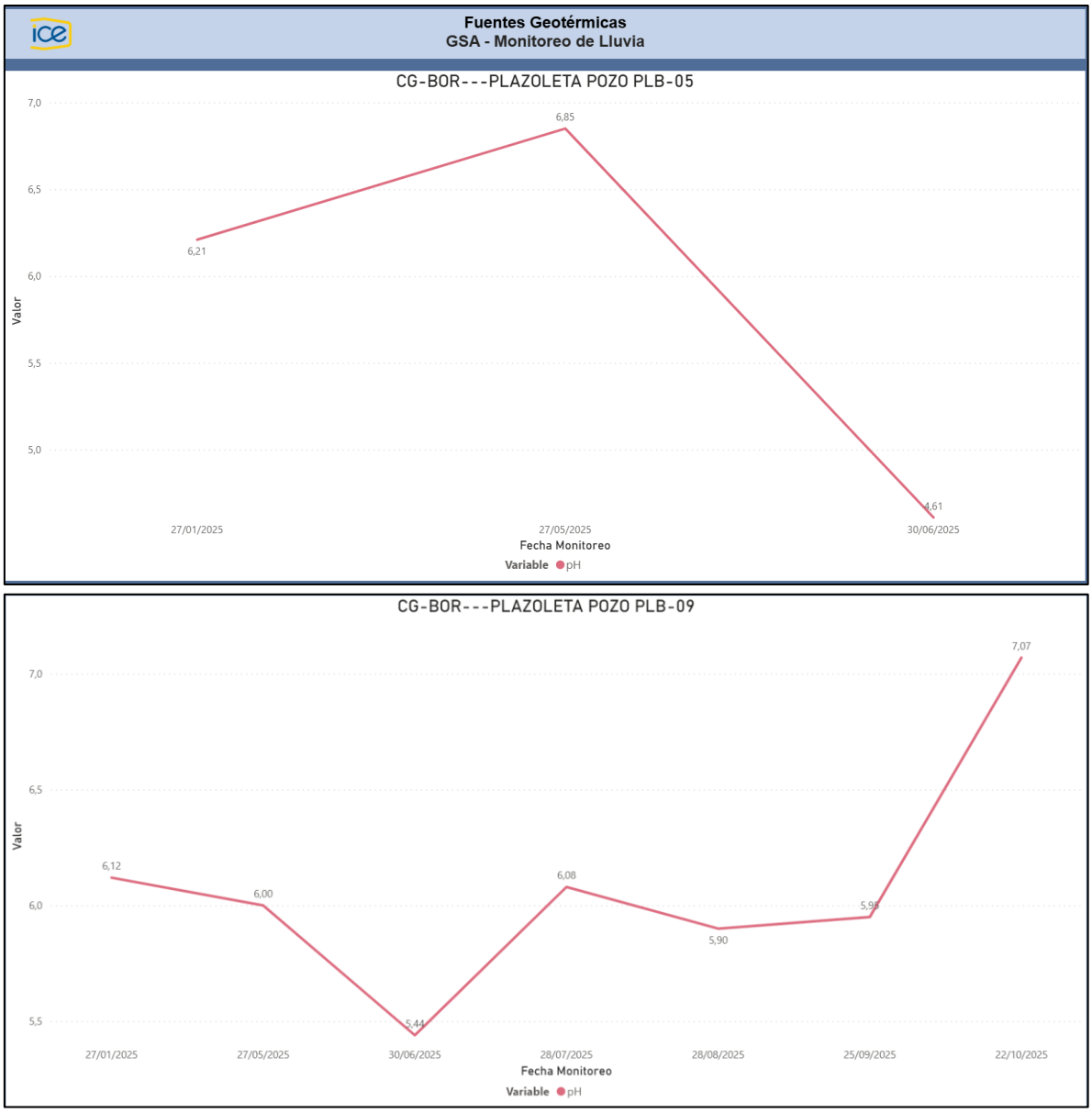


Figura 16. Registro de lluvias 2025.

Medida MFPGB 04. Sistema de monitoreo de gases no condensables.

No aplicó durante el presente periodo de reporte, dado que no se realizaron trabajos de perforación profunda.

Medida MFPGB 05. Reducción de la cantidad de polvo.

El Plan de Gestión Ambiental (PGA) del Proyecto establece entre sus acciones el informar a proveedores, contratistas y personal sobre la ruta de acceso oficial, esta ruta se socializa entre las partes mencionadas (inducción) con el objetivo de que estos no transiten por los centros de población de Buena Vista y Cañas

Dulces. La ruta cuenta con la respectiva señalización informativa y preventiva (Figura 17)

Figura 17. Señalización vial.

Para mitigar el impacto por la generación de polvo en los caminos y trabajos internos del proyecto como en sitios de excavaciones y movimientos de tierra, se realiza riego constante mediante camión cisterna, en los días de verano.

Por otra parte, también se realiza irrigación de la vía de acceso entre las comunidades de Curubandé y Cañas Dulces y el Proyecto Geotérmico Borinquén, con el propósito de mitigar el polvo que puede afectar a la población vecinal por el traslado de vehículos, maquinaria, equipos, así como durante las labores de movimiento de tierra, colocación de los agregados y mejoramiento de la calzada, durante las labores de mantenimiento de los caminos vecinales. La Figura 18 a continuación, muestra la ejecución de la acción de irrigación de caminos vecinales.

Figura 18. Irrigación de caminos vecinales para mitigación de polvo durante trabajos de mantenimiento de caminos.

Para dichos riegos se cuenta con un permiso de extracción de agua temporal para extraer agua del Rio Blanco y del Rio Tizate, (Figura 19) esto permite una mayor agilidad y efectividad en los riegos comunales, ya que la distancia entre el proyecto y estas es considerable. Dicho permiso temporal fue tramitado mediante la municipalidad de Liberia y tiene fundamento legal en la resolución de la dirección de aguas DA-0060-2025 (Figura 20).

Figura 19. Extracción de agua del Rio Tizate para riegos comunales.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA | GOBIERNO DE COSTA RICA | DIRECCIÓN DE AGUA

Permiso Temporal de Extracción de Agua
DA-0060-2025

Fuente	Latitud	Longitud	Meses de uso	Caudal (litros por día)
Río Blanco	300988	380783	Enero del 2025 a 30 de enero del 2027	74000
Río Colorado	295076	374517		
Río Tizate	306017	377946		
Río Tempisque	283069	362043		
Río Salitral	310436	376803		
Quebrada Grande	310846	372945		

II. En caso de que esta Dirección afore sobre los ríos Blanco, Colorado, Tizate, Tempisque, Salitral y la Quebrada Grande un caudal muy bajo, se procederá a revocar el permiso.

III. Este permiso de extracción temporal de agua en cauce de dominio público, **se regirá bajo las siguientes condiciones**, cuyo incumplimiento dará lugar a la cancelación del permiso:

1. El agua se utilizará únicamente para la mitigación del polvo, reparación y mantenimiento de caminos de la red vial cantonal de Liberia.
2. El agua no se comercializará o utilizará para otro fin. La extracción del agua no será permanente, ni estable, sino puntual y que cesará al momento de terminar el proyecto. En este punto se aclara que, si el caudal de las fuentes solicitadas disminuye considerablemente, el usuario se le ordenará de inmediato suspender dichos aprovechamientos.
3. El volumen de las tanquetas es de 15000 litros, por lo que se permiten cuatro eventos de carga a máxima capacidad de cada fuente, mientras que el quinto será de 14000 litros. Es responsabilidad de la Municipalidad de Liberia velar porque no se extraiga una cantidad mayor de agua a la concedida en este permiso. En caso de comprobarse por parte de esta Dirección una extracción mayor al caudal permitido, se revocará de inmediato el permiso temporal.
4. El horario de extracción será de 6:00 a.m. a 6:00 p.m., incluidos los fines de semana.
5. La extracción de agua será mediante los siguientes vehículos:

MARCA	PLACA	CAPACIDAD (LITROS)
International	SM-7508	15.000
Kenworth	103-7741	
	103-7742	
	103-7743	

Figura 20. Extracto de resolución de permiso temporal de extracción de agua.

Para este periodo el proyecto concluyo con la colocación de tratamiento asfaltico en 14 km en calles externas lo que va a contribuir con la reducción de la generación de particular de polvo. (Figura 21)

Figura 21. Colocación de tratamiento asfaltico en camino externo.

- **Velocidades y polvo en centros de población**

En las comunidades del área de influencia directa cuya superficie del ruedo se encuentra en lastre y frente a viviendas el límite de velocidad asociado a la circulación de vehículos alquilados, institucionales, proveedores y contratistas es de 25 km/h. La medida aplica a los caminos públicos utilizados por el proyecto que abarca el sector Curubandé - Agua Fría - Cruce Los Coyotes - El Cedro - El Pital.

De presentarse alguna queja y/o inconformidad por el paso de vehículos institucionales, alquilados, proveedores y contratistas a exceso de velocidad por las comunidades del AID, se procede con la debida atención e investigación y se solicita la revisión del GPS (en caso de que aplique).
En el presente periodo de informe se recibieron denuncias por parte de vecinos y gerentes de hotel las cuales se detallan en el cuadro a continuación.

Cuadro 7. Quejas por conducción inadecuada de vehículos ICE en caminos vecinales. Periodo agosto - noviembre 2025.

Fecha	Queja	Reporta	Respuesta
04/09	**Molestia por generación de polvo en calle de Curubandé** Ubicación: calle de lastre cerca de río Blanco en Curubandé **Descripción del Incidente:** Se reporta que la flotilla de carros del Proyecto ICE levanta polvo al transitar por la calle de lastre cerca de donde	Heyner González Montero, comunidad Curubandé	La solución definitiva para este problema es la colocación del tratamiento asfáltico TSB3 que para el momento de la queja estaba pendiente. Esta actividad ya está programada, pero su inicio depende de la disponibilidad de la empresa proveedora.

	vive el señor. Esto genera incomodidad y además alerta que no se ha vuelto hacer riego por parte de la tanqueta de agua. **Evidencias fotográficas o video:** El señor facilita video.		

Constantemente se recuerda a los conductores de vehículos del proyecto la necesidad de respetar los límites de velocidad establecidos para circular en comunidades, así como cuando se transite por áreas menos pobladas. Una de las charlas breves se presenta a continuación.

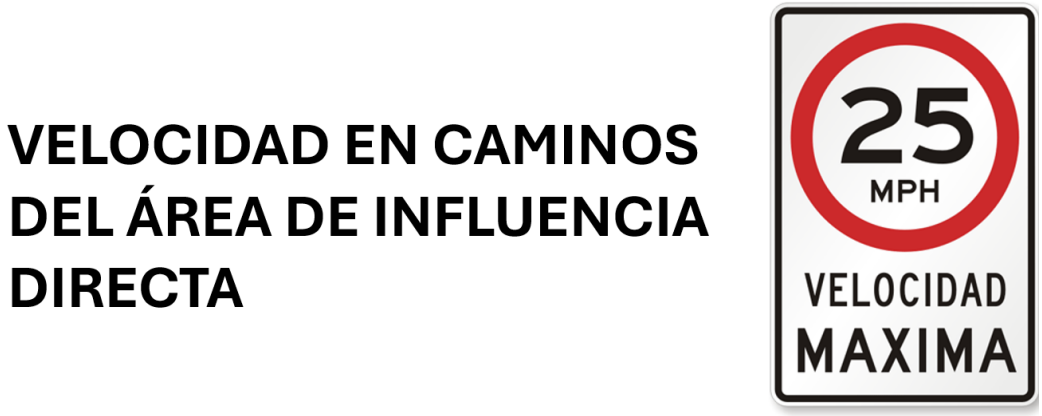


Figura 22. Charla breve acerca de velocidades en caminos del AID.

Medida MFPGB 06. Monitoreo permanente de gases no condensables.

Esta medida no aplica para este periodo de trabajo. Aplica para la etapa de operación.

Medida MFPGB 07. Restricción de velocidad y ruido.

Todo el personal que ingresa al proyecto recibe charla de inducción donde se le brindan diferentes normas o disposiciones de comportamiento en las

comunidades de influencia del proyecto. Dentro de estas disposiciones se encuentra la de respetar los límites de velocidad y evitar la generación de ruido durante los trabajos realizados cerca las comunidades, acarreo de materiales y transporte de equipos y personal.

Los conductores están informados sobre restricciones vehiculares para evitar problemas con el levantamiento de polvo en áreas pobladas. De igual manera el ICE cuenta con dos canales de comunicación a disposición de las comunidades para recibir quejas de vehículos que circulen a velocidad alta y se indican a continuación:

- Correo electrónico (gsborinquen@ice.go.cr)
- Mensajes de texto vía WhatsApp Tel. 2001-0964
- Línea telefónica gratuita 800-436-837-642 (800-GEOTERMIA).
- Contacto. Sr. Jose Pablo Mendez Solís

Es importante mencionar que las quejas recibidas pueden ser corroboradas fácilmente ya que toda la flota vehicular del ICE cuenta con sistema GPS.

Complementariamente, se mantienen recordatorios al personal mediante correos institucionales y pizarras informativas que se deben respetar los límites de velocidad establecidos en la legislación vial nacional que se encuentran debidamente demarcados como se muestra en la Figura 23.

Figura 23. Rotulación con límites de velocidad en el AP.

Medida MFPGB 08. Monitoreo y control del ruido etapa operación, zonas pobladas.

No aplicó para el presente periodo de informe.

Medida MFPGB 09. Monitoreo y control del ruido etapa construcción, en el área de proyecto.

Se implementa un programa de monitoreo de los niveles de ruido en el área de proyecto. Para la metodología aplicada se toma como referencia el Decreto 32692-S de la legislación costarricense y norma IEC 61672-1.

Las mediciones durante el proceso de perforación de los pozos se realizan periódicamente y se mantiene un registro de los resultados obtenidos según se muestra en el Cuadro 8 y Figura 24.

A partir de la información obtenida en campo se realizan cálculos para obtener el nivel mínimo de ruido reportado, el nivel de ruido máximo, el nivel de ruido promedio y el nivel de presión sonora.

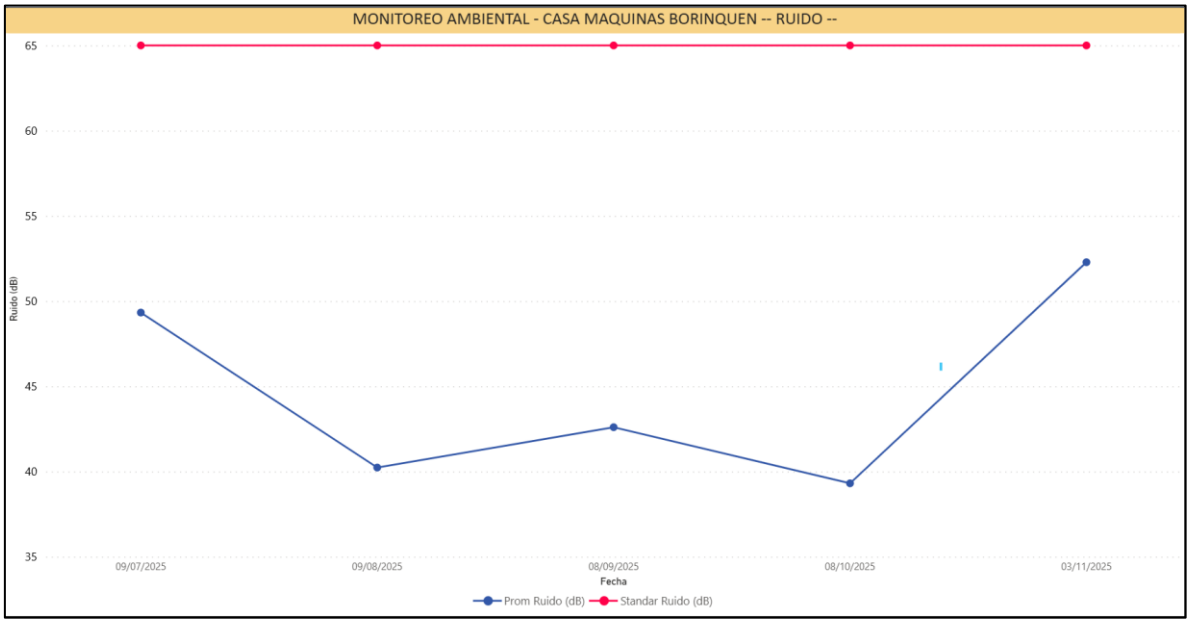
Es importante aclarar que la presión sonora es la diferencia entre la presión instantánea debida al sonido y la presión atmosférica, producto de la propagación del sonido y se expresa en micropascales (µPa). El nivel de presión sonora (Lp), se expresa en dB y se define por:

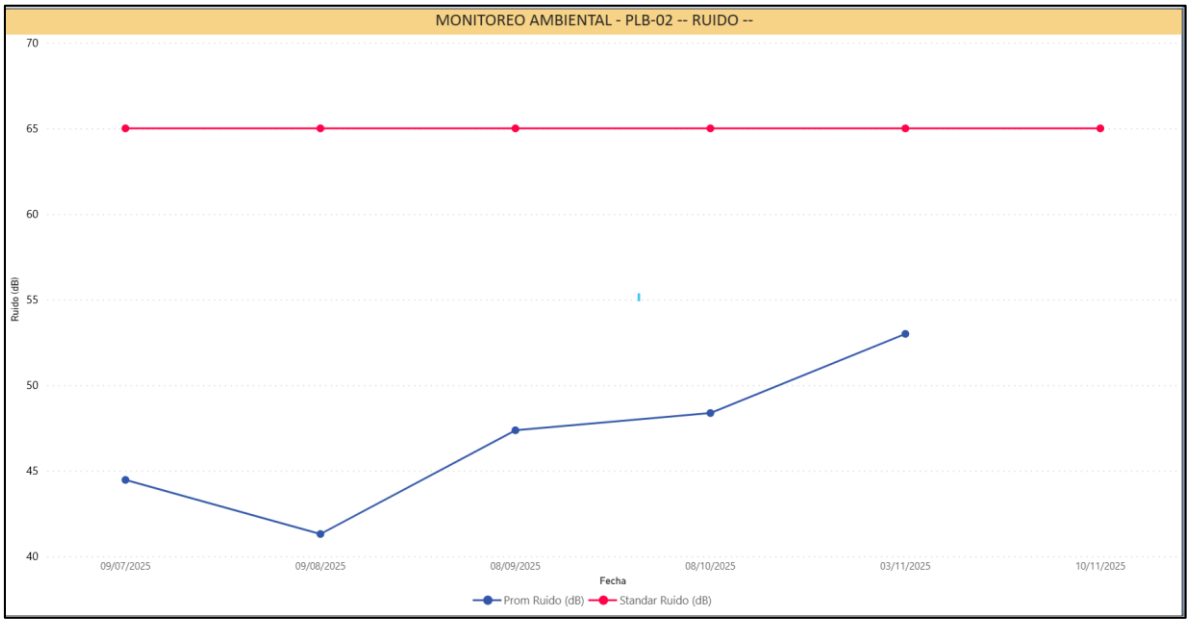
$Lp=10 \log_{10} (p/po)^2 = 20 \log_{10} (p/p_0)$ dB

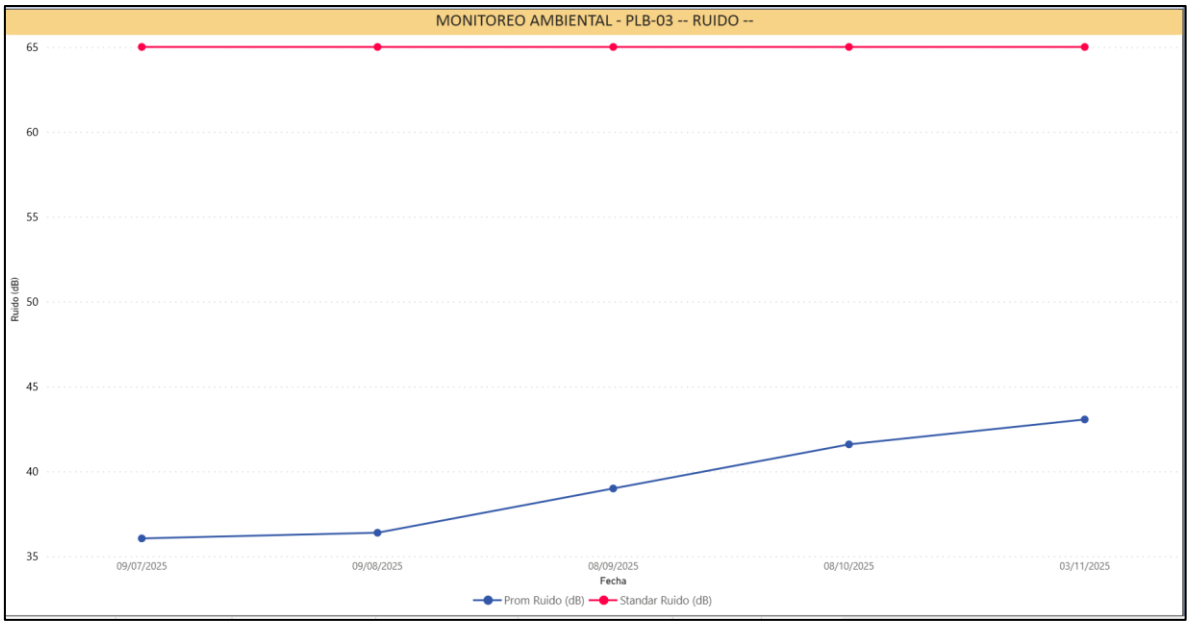
Donde
P_0= presión sonora de referencia
P=Presión sonora instantánea
Lp: Nivel de presión

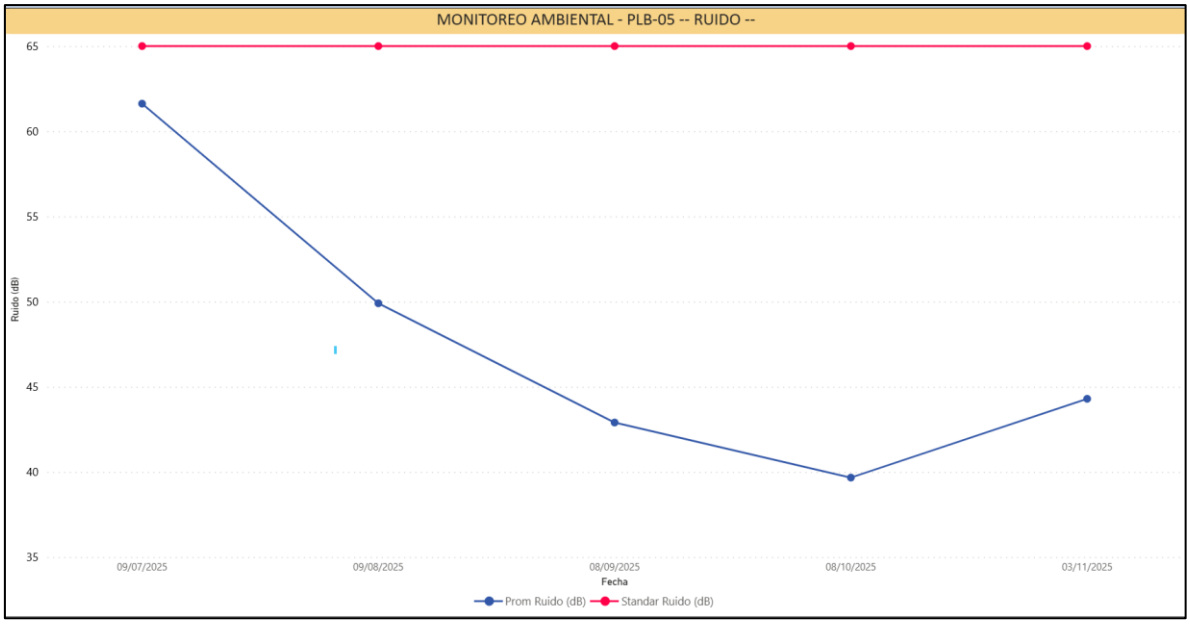
Cuadro 8. Registros de monitoreo de ruido en el AP durante el tercer cuatrimestre 2025.

RUIDO - CAMPO GEOTERMICO BORINQUEN					
Descripcion_Sitio	Ruido_Min	Ruido_Prom	Ruido_Max	Ruido_MaxStd	RuidoLog
CASA MAQUINAS BORINQUEN	39	45	52	65	59
PLB-02	41	47	53	65	61
PLB-03	36	39	43	65	53
PLB-05	40	48	62	65	62
PLB-09	43	47	57	65	62


MONITOREO AMBIENTAL - CASA MAQUINAS BORINQUEN -- RUIDO --
Ruido (dB)
65
60
55
50
45
40
35
09/07/2025
09/08/2025
08/09/2025
08/10/2025
03/11/2025
Fecha
Prom Ruido (dB)
Standar Ruido (dB)


MONITOREO AMBIENTAL - PLB-02 -- RUIDO --
Ruido (dB)
70
65
60
55
50
45
40
09/07/2025
09/08/2025
08/09/2025
08/10/2025
03/11/2025
10/11/2025
Fecha
Prom Ruido (dB)
Standar Ruido (dB)


MONITOREO AMBIENTAL - PLB-03 -- RUIDO --
65
60
55
50
45
40
35
Ruido (dB)
09/07/2025
09/08/2025
08/09/2025
08/10/2025
03/11/2025
Fecha
Prom Ruido (dB)
Standar Ruido (dB)


MONITOREO AMBIENTAL - PLB-05 -- RUIDO --
65
60
55
50
45
40
35
Ruido (dB)
09/07/2025
09/08/2025
08/09/2025
08/10/2025
03/11/2025
Fecha
Prom Ruido (dB)
Standar Ruido (dB)

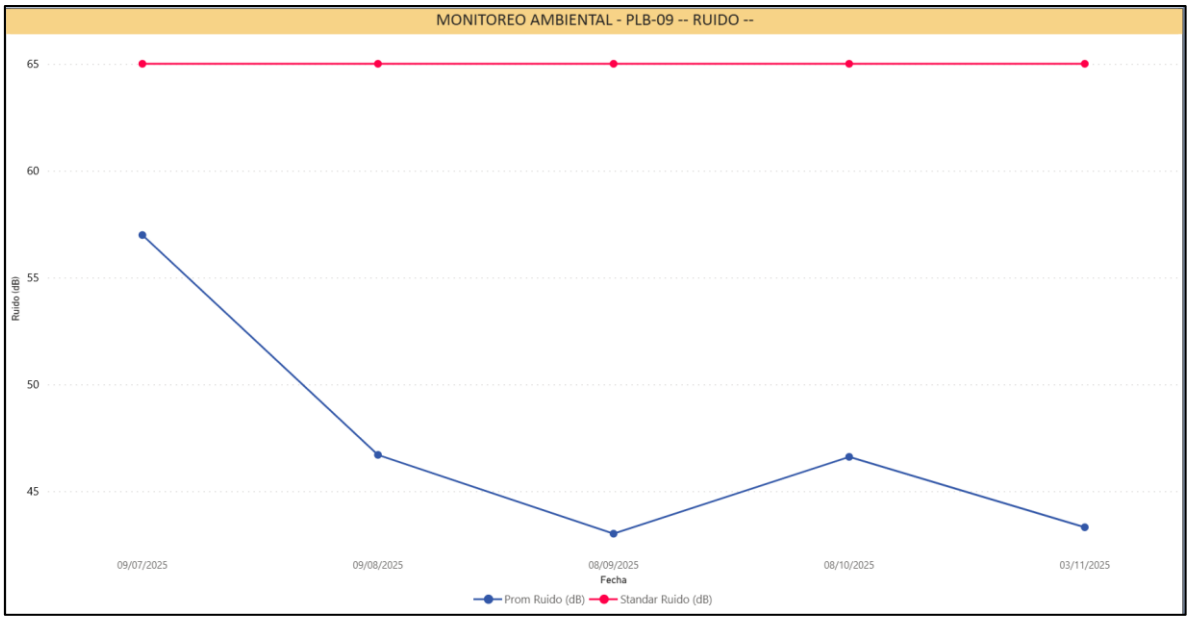


Figura 24. Registros de ruido en el AP en el tercer cuatrimestre 2025.

De acuerdo con la información obtenida las áreas monitoreadas mantienen los niveles de ruido registrados en los datos de línea reportados previo al inicio del proyecto (Min. 21 dB – Max. 75 dB) y aunque unos registros sobrepasan los 65 dB que establece la legislación nacional, se pueden considerar casos aislados con situaciones particulares como el viento o trabajos con alguna maquinaria especifica que haya generado niveles que sobrepasen los 65 Db.

Es importante aclarar que los sitios de obra, se considera el uso de equipos de protección personal para actividades que superen los 85 dBA en jornadas de 8 horas, asimismo, cabe destacar que el área de influencia directa, más cercana a los sitios de trabajo es el Hotel Hacienda Borinquen, el cual, se ubica a una distancia de 2,04 km de PLB-05 y Hotel Buena Vista a 3,4 km (Figura 25).

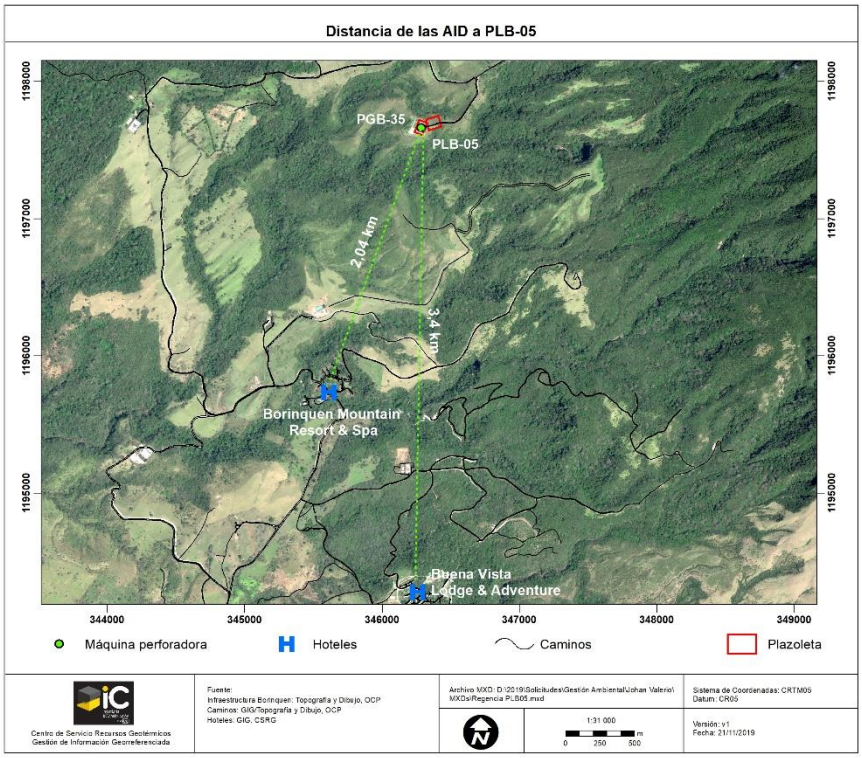


Figura 25. Distancia entre área de perforación y áreas de influencia directa más cercanas.

Es importante indicar que conforme se adquieren equipos nuevos se definen especificaciones técnicas que incluyen niveles máximos de ruido, los cuales son validados en las fichas técnicas y posteriormente el área de Salud Ocupacional del CSRG junto con el área técnica y proveedor adjudicado validan el cumplimiento de los parámetros establecidos por medio de mediciones en campo con los equipos operando. En caso de incumplimiento de los niveles de ruido, el contratista debe realizar las mejoras ingenieriles necesarias para ajustar el nivel de ruido y el equipo pueda contar con el visto bueno para su operación.

Adicionalmente se realizan mediciones de ruido a equipos ya existentes con el propósito de realizar mejoras ingenieriles en caso de requerirlas o considerar sustituirlos en cierta proyección de tiempo.

Medida MFPGB 10. Monitoreo y control de ruido etapa construcción, en zonas pobladas.

Se cuenta con un programa de monitoreo de los niveles de ruido en zonas pobladas cercanas a los sitios de obra y en las plataformas de perforación. En estas áreas las mediciones de ruido por lo general no sobrepasan los 65 dBA.

Periódicamente se realizan mediciones y se mantiene un registro de los resultados obtenidos según se detalla en el Cuadro 9 y en la Figura 26.

A partir de la información obtenida en campo se realizan cálculos para obtener el nivel mínimo de ruido reportado, el nivel de ruido máximo, el nivel de ruido promedio y el nivel de presión sonora.

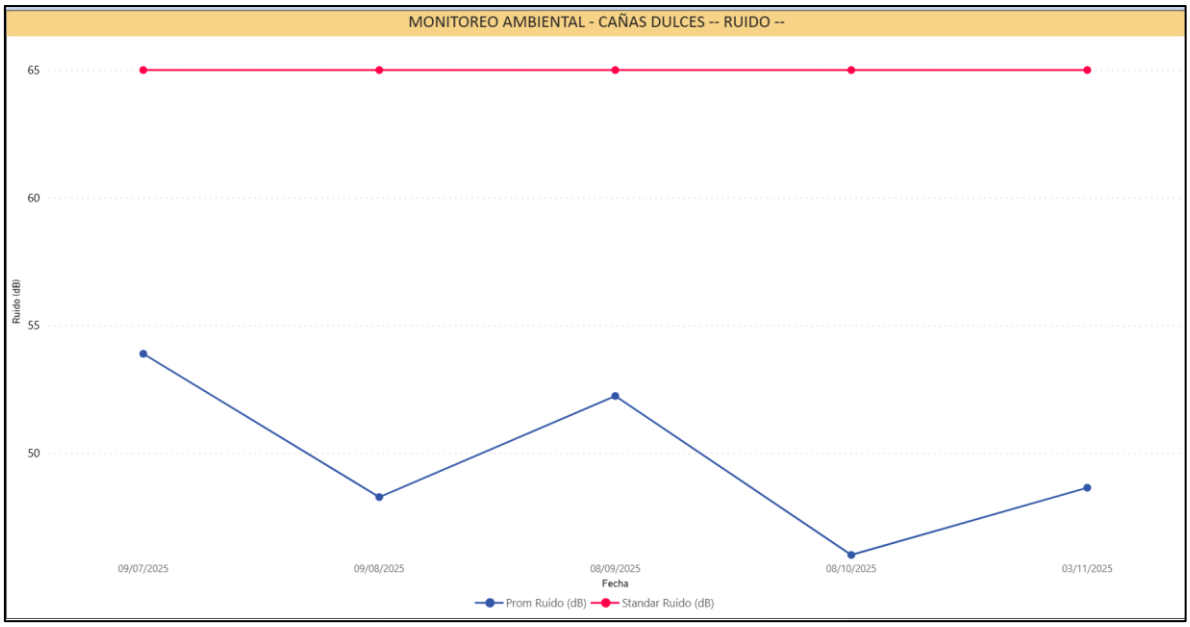
Es importante aclarar que la presión sonora es la diferencia entre la presión instantánea debida al sonido y la presión atmosférica, producto de la propagación del sonido y se expresa en micropascales (µPa). El nivel de presión sonora (Lp), se expresa en dB y se define por:

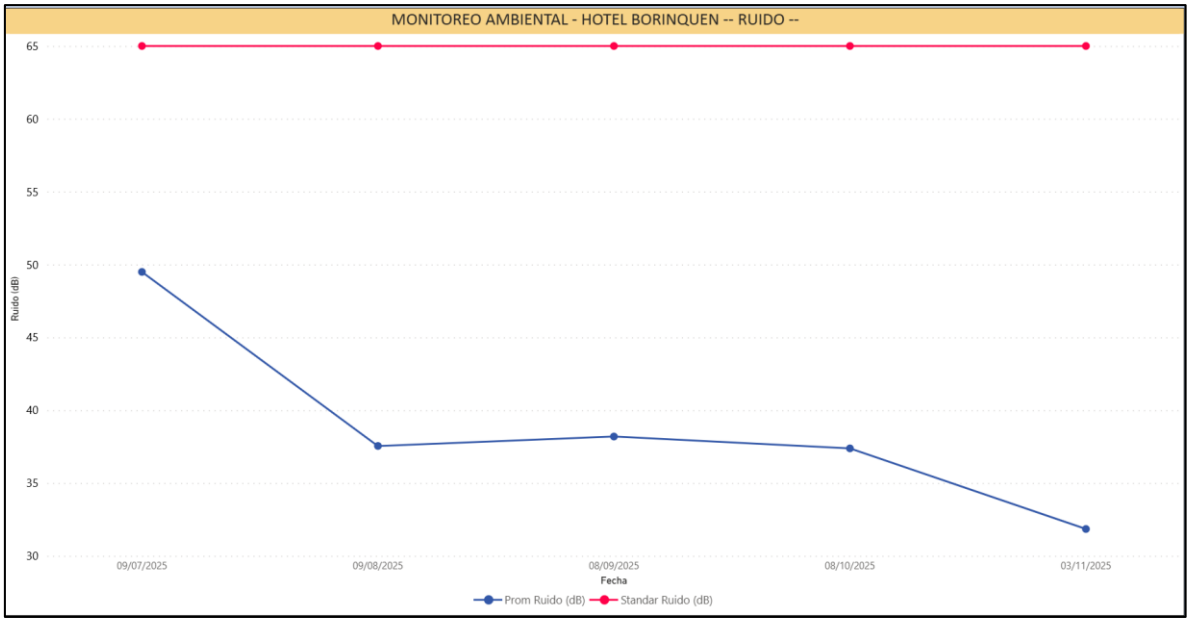
$Lp=10 \log_{10} (p/po)^2 = 20 \log_{10} (p/p_0)$ dB

Donde
$P_{0=}$ presión sonora de referencia
P=Presión sonora instantánea
Lp: Nivel de presión

Cuadro 9. Registros de monitoreo de ruido en áreas pobladas cercanas al AP en el tercer cuatrimestre 2025.

RUIDO - CAMPO GEOTERMICO BORINQUEN					
Descripcion_Sitio	Ruido_Min	Ruido_Prom	Ruido_Max	Ruido_MaxStd	RuidoLog
CAÑAS DULCES	46	50	54	65	69
HOTEL BORINQUEN	32	39	49	65	55
HOTEL BUENA VISTA	35	46	57	65	64
POBLADO BUENA VISTA	42	46	52	65	63


MONITOREO AMBIENTAL - CAÑAS DULCES -- RUIDO --
65
60
55
50
Ruido (dB)
09/07/2025
09/08/2025
08/09/2025
08/10/2025
03/11/2025
Fecha
Prom Ruido (dB)
Standar Ruido (dB)


MONITOREO AMBIENTAL - HOTEL BORINQUEN -- RUIDO --
65
60
55
50
45
40
35
30
Ruido (dB)
09/07/2025
09/08/2025
08/09/2025
08/10/2025
03/11/2025
Fecha
Prom Ruido (dB)
Standar Ruido (dB)

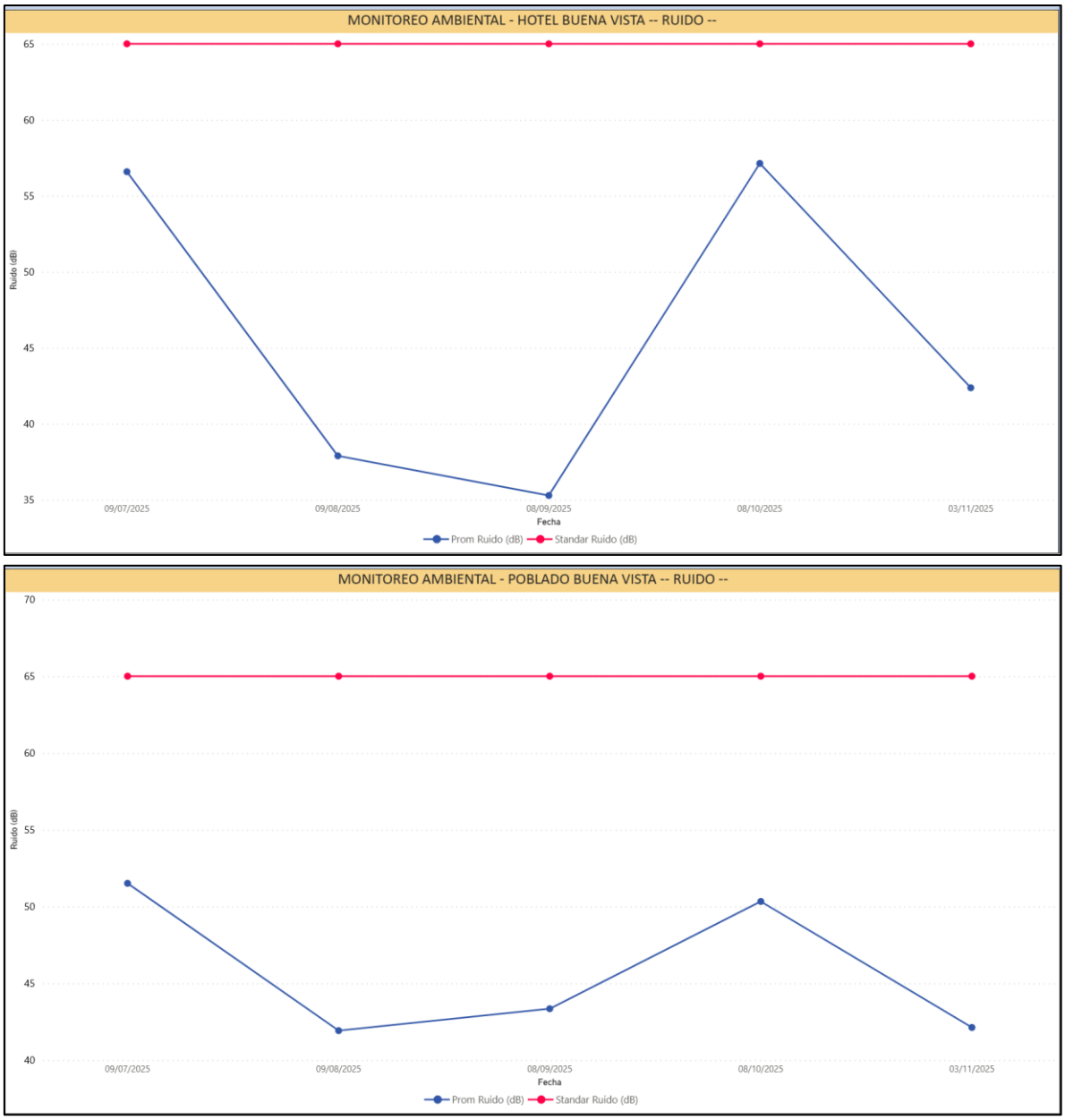


Figura 26. Registros de ruido en zonas pobladas cercanas al AP.

De acuerdo con la información obtenida en la Figura 26, se puede concluir que la el PG Borinquen en este periodo no altera los niveles de presión sonora de las áreas de influencia directa, para ello, se toma como referencia que la mayor parte de las actividades del proyecto se realizan en jornada diurna, en la cual, según legislación aplica un valor máximo de 65 dBA.

Al finalizar la perforación de pozos se realizan pruebas de producción y se instalan sistemas de silenciador en el pozo para reducir el nivel de ruido, según consta en Figura 27.

Figura 27. Sistemas de silenciadores colocados en pozos productores en el PG Borinquen (PLB-02)

Medida MFPGB 11. Monitoreo y control de ruido etapa operación, en el área de proyecto.

Esta medida no aplica para este periodo de trabajo, se aplicará en etapa de operación.

Medida MFPGB 12. Manejo y conservación del suelo.

Durante el periodo se continuaron con los trabajos de manejo de aguas de la Ruta Norte, esto de acuerdo con diseños establecidos que permitan la estabilización de los taludes controlando la erosión y el arrastre de sedimentos y con esto también evitar que estos sedimentos se dirijan hacia cuerpos de agua o sitios boscosos. En la Figura 28 se puede apreciar la conformación de cunetas y disipadores en la Ruta Norte.

Figura 28. Trabajos de manejo de aguas en la Ruta Norte.

Medida MFPGB 13. Manejo y control de derrames de hidrocarburos.

Para garantizar el control y manejo de los derrames de hidrocarburos, se cuenta con trabajadores capacitados en la aplicación del "Protocolo de Contención de Derrames", a la obra se le brinda material absorbente de hidrocarburos para disponibilidad ante eventualidades o emergencias ambientales generadas durante el periodo constructivo. Así mismo, a los operadores de maquinaria se le asigna un kit de contención para la atención inmediata de las eventualidades, donde a su vez se verifica que los operadores cumplan con los requisitos de trasiego y abastecimiento de combustible a la maquinaria.

Cuadro 10. Registro de Derrames y Consumo de Material de Contención

Descripción	Agosto 2025	Setiembre 2025	Octubre 2025	Noviembre 2025
Registro de Derrames				
Derrames registrados	3	2	4	2
Derrames atendidos	3	2	4	2
Consumo Material de Contención				
Tapetes Universales (unidades)	4	2	10	4
Tapetes Hidrofóbicos (unidades)	0	0	20	10
Calcetas Universales (unidades)	0	1	4	0
Calcetas Hidrofóbicas (unidades)	0	0	0	0
Granulado (Kg)	1	4	0	0
Bolsas (unidades)	15	0	0	0
Botellas (unidades)	0	0	0	0
Biorremediador (Litros)	10	2	4	2

Fuente: Registros Ambientales PG Borinquén, julio 2025.

Con los datos del cuadro anterior se notifica que, en el periodo se reportaron 11 derrames de sustancias peligrosas en el proyecto, ocasionados principalmente por fallas mecánicas de maquinaria.

Figura 29. Atención de derrames de hidrocarburos.

Como se mencionó en la medida MFPGB 01 ningún vehículo o equipo puede realizar labores si cuenta con fugas o derrames de hidrocarburos. Al detectarse alguna de estas situaciones se detiene el equipo o maquinaria de las actividades y es reincorporada hasta que subsane la situación.

En el proyecto se cuenta con sitios específicos para el almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos. Dichos sitios cuentan con medidas de contención de derrames tales como muros perimetrales, desniveles y/o trampas de contención, se encuentran techados, cerrados con maya y tienen rotulación correspondiente y el acceso es restringido para la manipulación de lo almacenado para reducir las probabilidades de generar derrames por un uso inadecuado. También en cada frente donde se utilicen sustancias peligrosas se cuentan con gabinetes para el debido almacenamiento, donde las sustancias se encuentran debidamente rotuladas y también se tiene medidas de contención de derrames, estos espacios también son utilizados solamente por personal autorizado para reducir las probabilidades de derrames. (ver Figura 30)

Figura 30. Gabinetes de almacenamiento de sustancias peligrosas.

En cada frente de trabajo se cuenta con equipo de contención como tapetes absorbentes, barreras de contención, biorremediador, granulado absorbente entre otros, con los cuales el personal perteneciente a la brigada ambiental puede atender de forma inmediata cualquier eventualidad que se presente tal y como se muestra en la Figura 31.

Figura 31. Uso de material de contención de derrames.

Medida MFPGB 14. Manejo y control de fluidos geotérmicos.

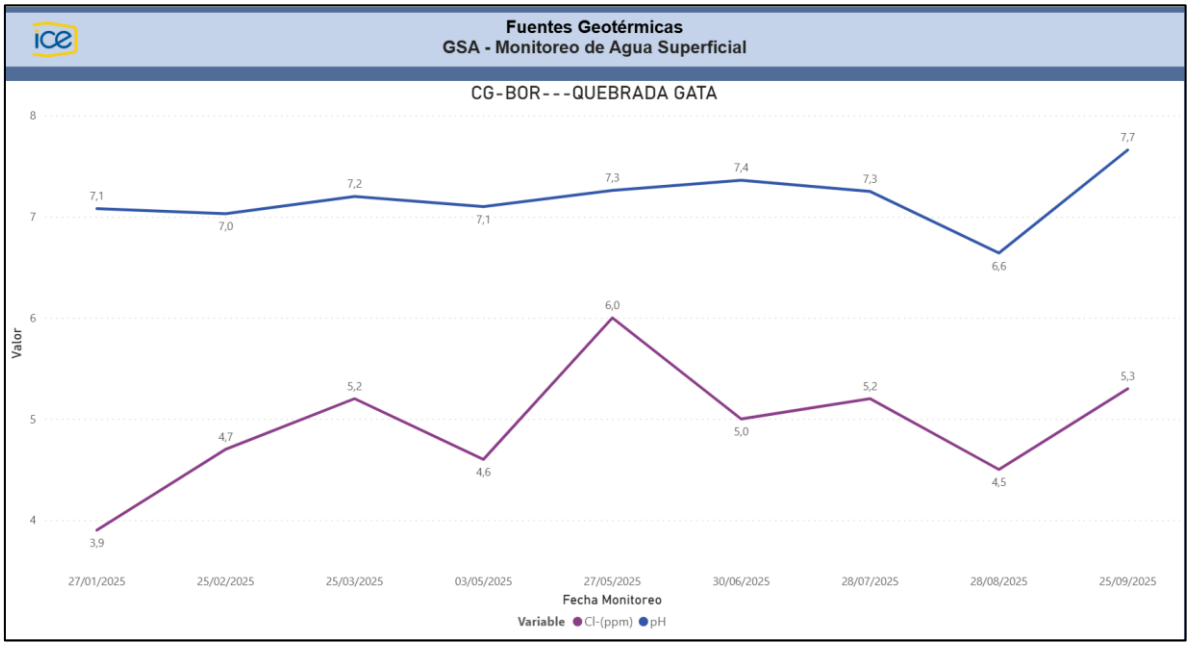
Todas las aguas provenientes de la perforación de pozos son enviadas a lagunas impermeabilizadas para evitar la liberación de estas al medio ambiente y puedan ser reinyectadas nuevamente al yacimiento, en la Figura 32 se puede apreciar los trabajos de impermeabilización de la laguna de enfriamiento 2.

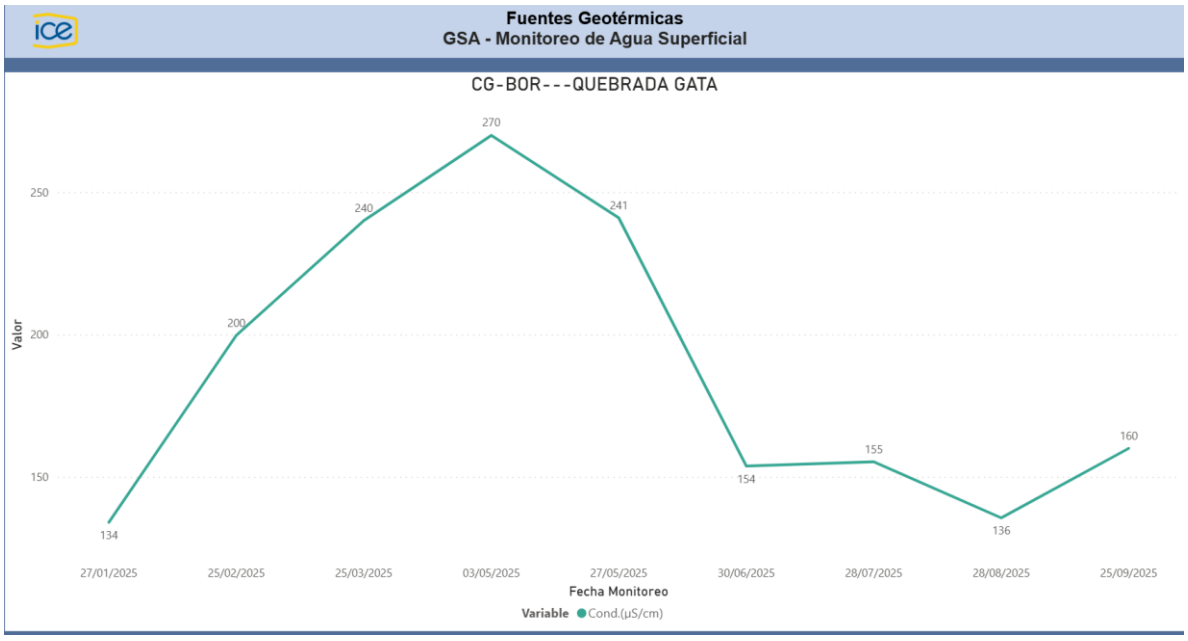
Figura 32. Trabajos de impermeabilización de lagunas.

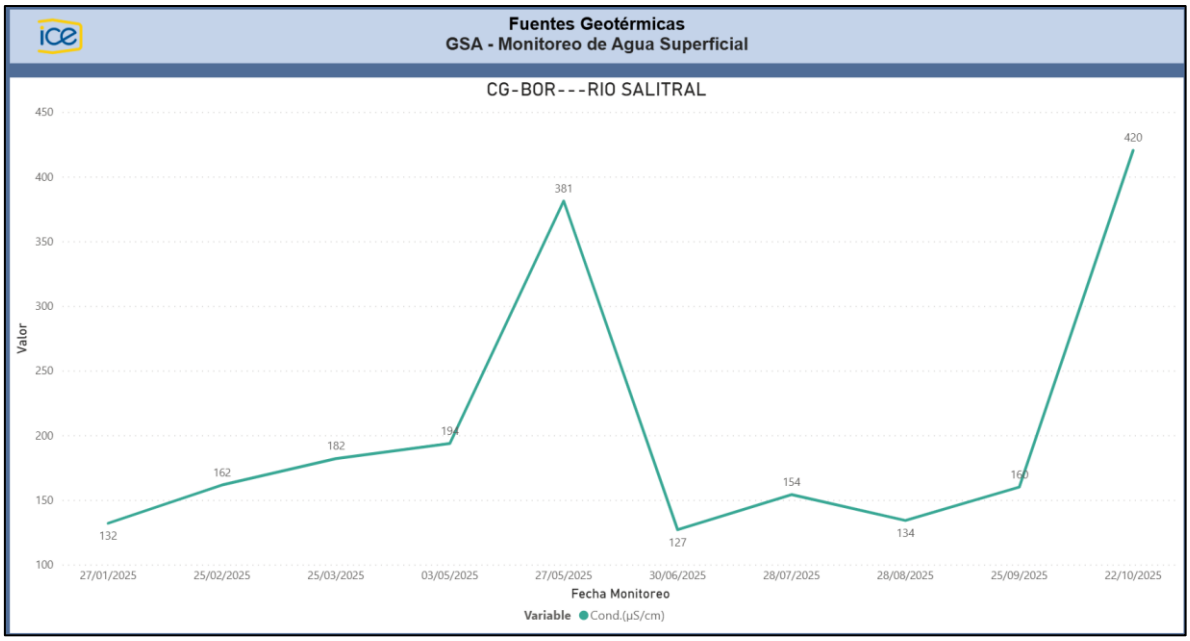
Dentro del área del campo geotérmico se tiene un programa para el monitoreo de las aguas superficiales, esta medida se recomienda realizar al menos en los primeros cinco años de la etapa operación, sin embargo, desde la etapa de exploración se realizan monitoreos como información de línea base, además, como control ambiental ante posibles fugas en lagunas. Ver Figura 33

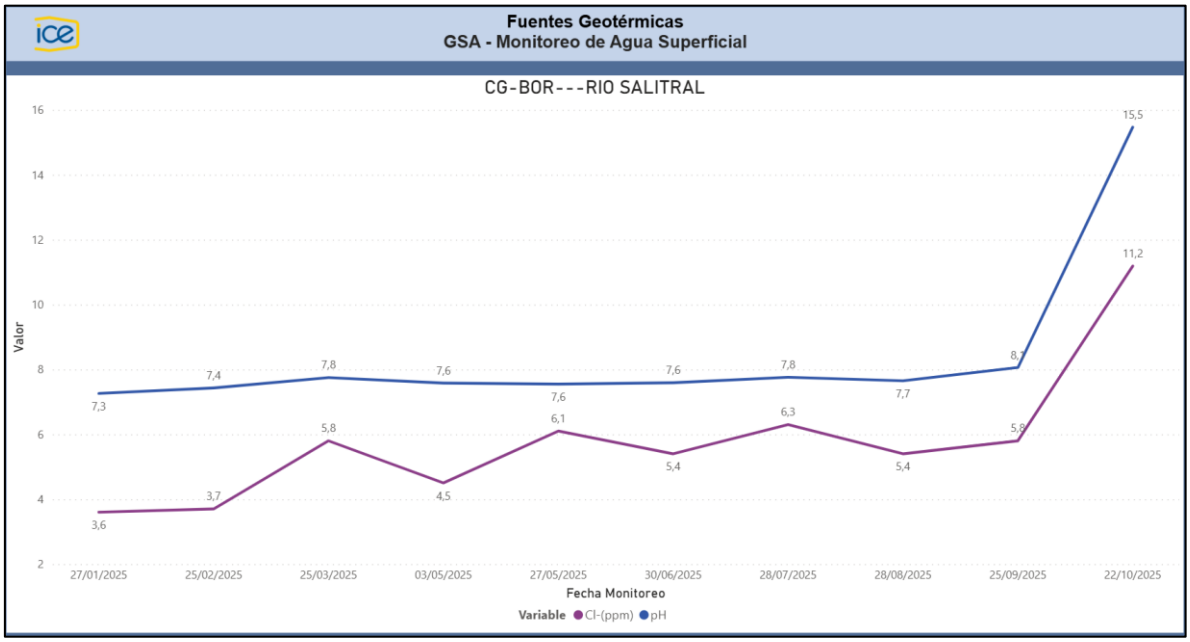
Figura 33. Muestreo de aguas superficiales.

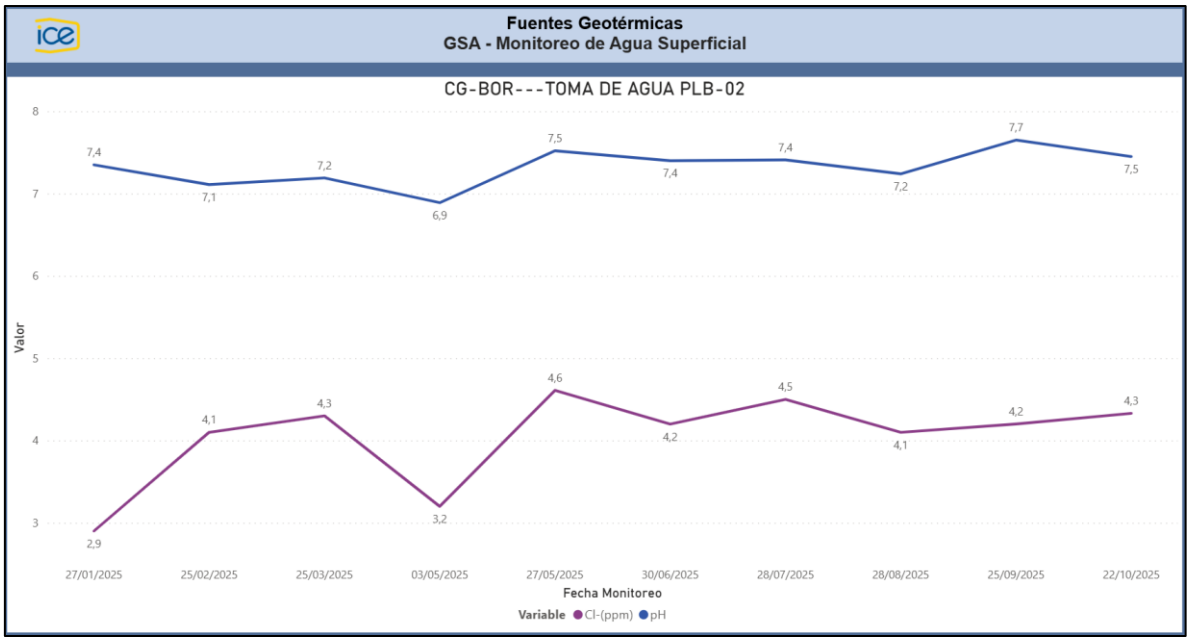
Algunos ejemplos de los obtenidos en los monitoreos de la calidad de agua en las fuentes superficiales en relación con posibles impactos por fluidos geotérmicos se muestran en la Figura 34.

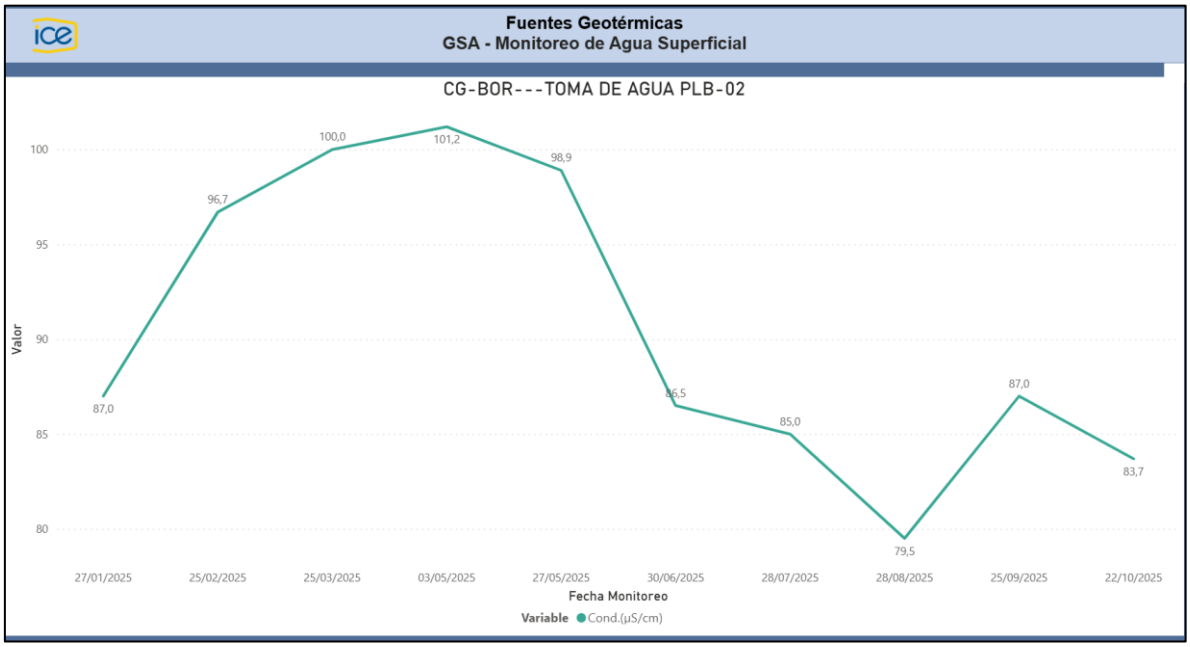


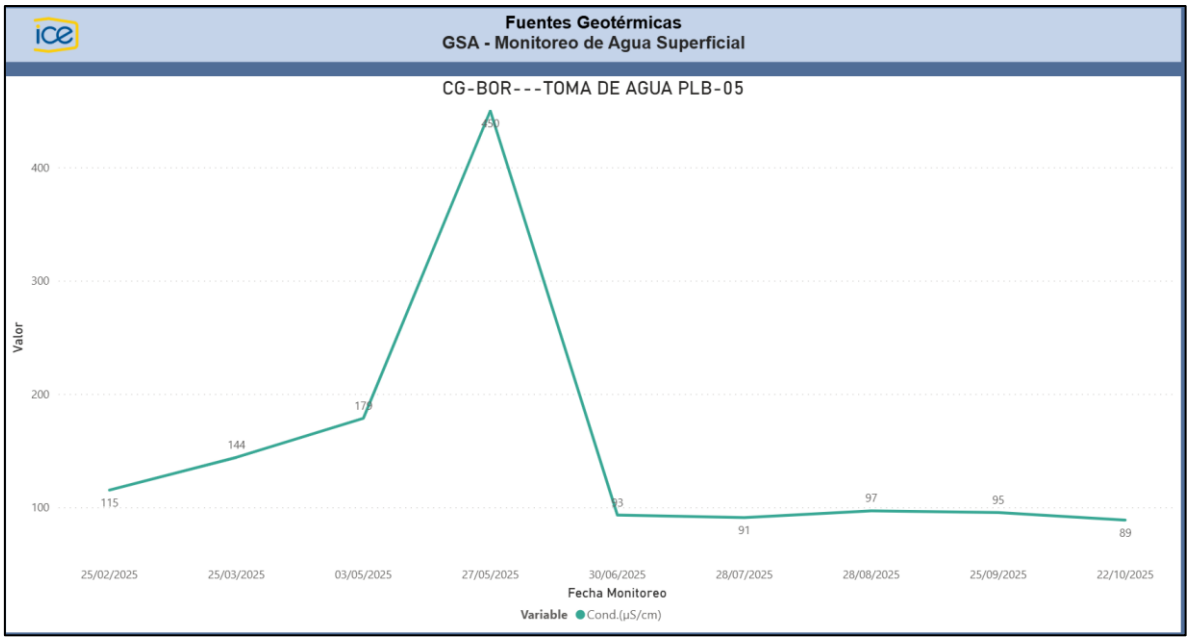



Fuentes Geotérmicas
GSA - Monitoreo de Agua Superficial
CG-BOR---RIO SALITRAL
Valor
450
400
350
300
250
200
150
100
132
162
182
194
381
127
154
134
160
420
27/01/2025
25/02/2025
25/03/2025
03/05/2025
27/05/2025
30/06/2025
28/07/2025
28/08/2025
25/09/2025
22/10/2025
Fecha Monitoreo
Variable Cond.(µS/cm)


Fuentes Geotérmicas
GSA - Monitoreo de Agua Superficial
CG-BOR---RIO SALITRAL
Valor
16
14
12
10
8
6
4
2
7,3
7,4
7,8
7,6
7,6
7,6
7,8
7,7
8,1
15,5
3,6
3,7
5,8
4,5
6,1
5,4
6,3
5,4
5,8
11,2
27/01/2025
25/02/2025
25/03/2025
03/05/2025
27/05/2025
30/06/2025
28/07/2025
28/08/2025
25/09/2025
22/10/2025
Fecha Monitoreo
Variable Cl-(ppm) pH


Fuentes Geotérmicas
GSA - Monitoreo de Agua Superficial
CG-BOR---TOMA DE AGUA PLB-02
Valor
8
7
6
5
4
3
7,4
7,1
7,2
6,9
7,5
7,4
7,4
7,2
7,7
7,5
2,9
4,1
4,3
3,2
4,6
4,2
4,5
4,1
4,2
4,3
27/01/2025
25/02/2025
25/03/2025
03/05/2025
27/05/2025
30/06/2025
28/07/2025
28/08/2025
25/09/2025
22/10/2025
Fecha Monitoreo
Variable Cl-(ppm) pH


Fuentes Geotérmicas
GSA - Monitoreo de Agua Superficial
CG-BOR---TOMA DE AGUA PLB-02
Valor
100
95
90
85
80
87,0
96,7
100,0
101,2
98,9
86,5
85,0
79,5
87,0
83,7
27/01/2025
25/02/2025
25/03/2025
03/05/2025
27/05/2025
30/06/2025
28/07/2025
28/08/2025
25/09/2025
22/10/2025
Fecha Monitoreo
Variable Cond.(µS/cm)



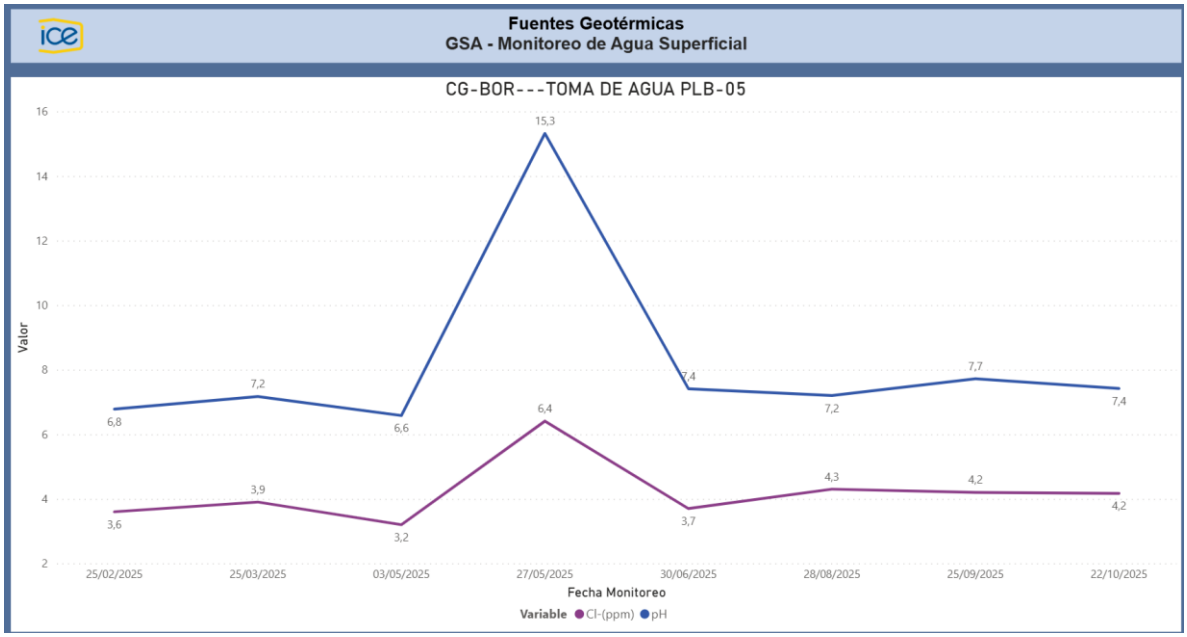
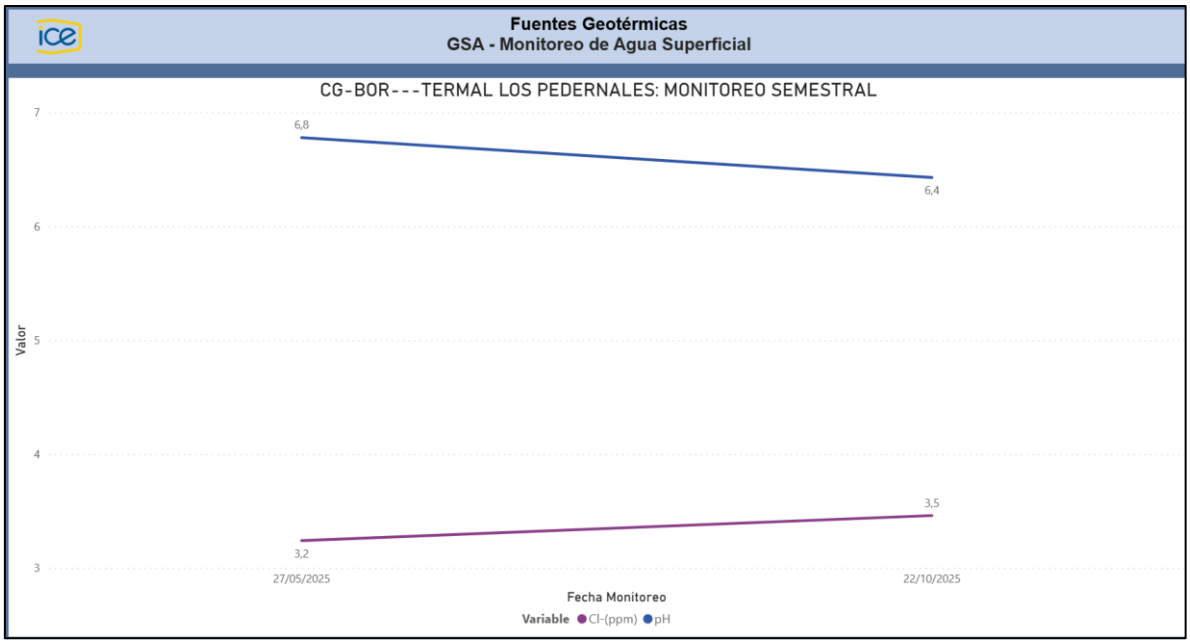
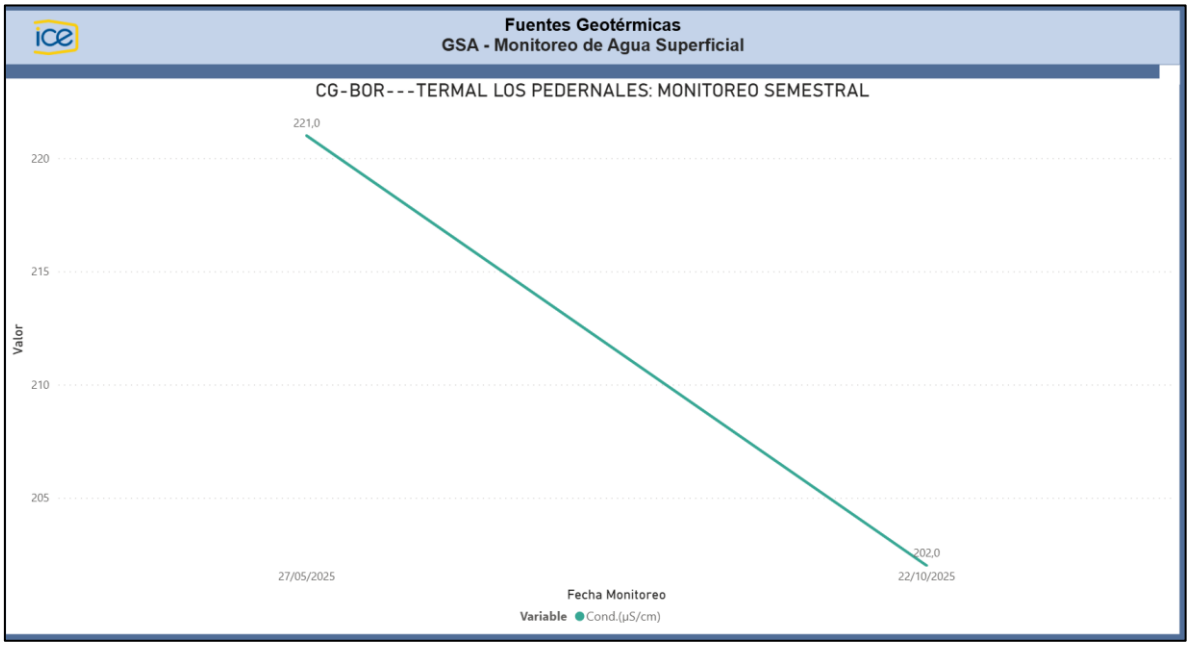
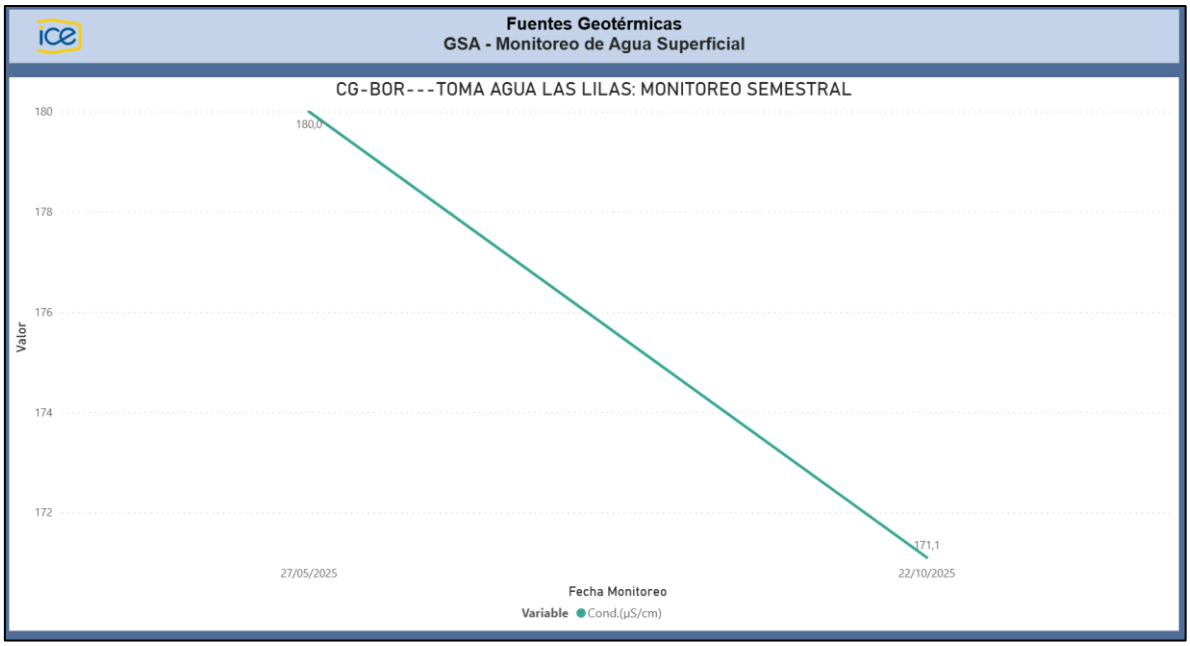


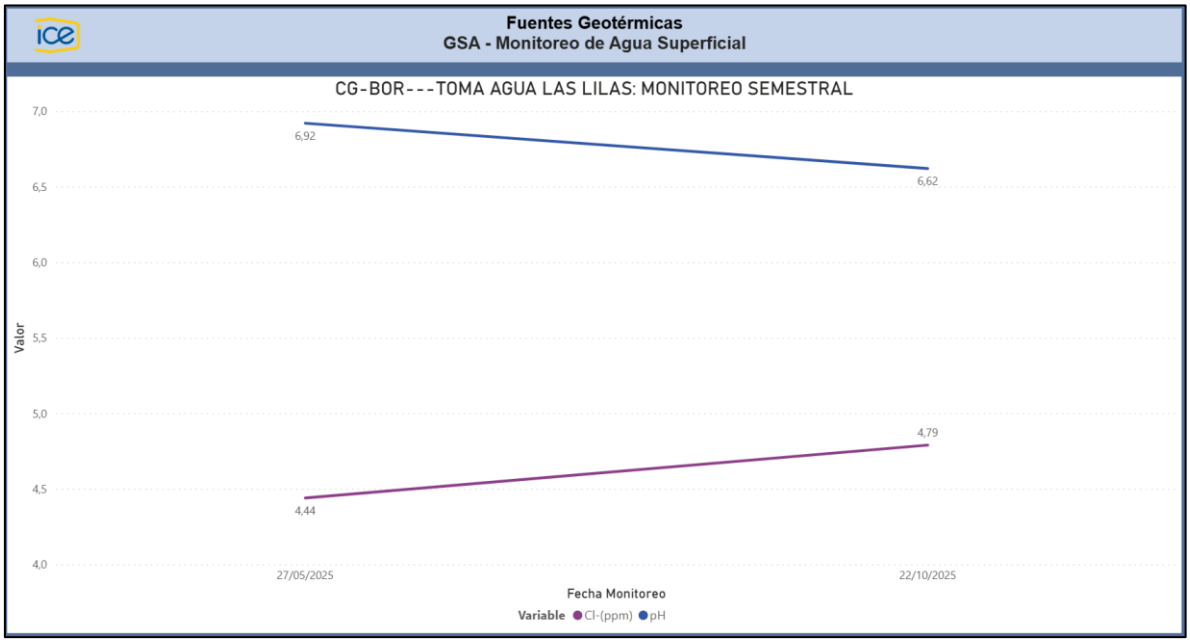
Figura 34. Registros de monitoreo de calidad de aguas superficial.

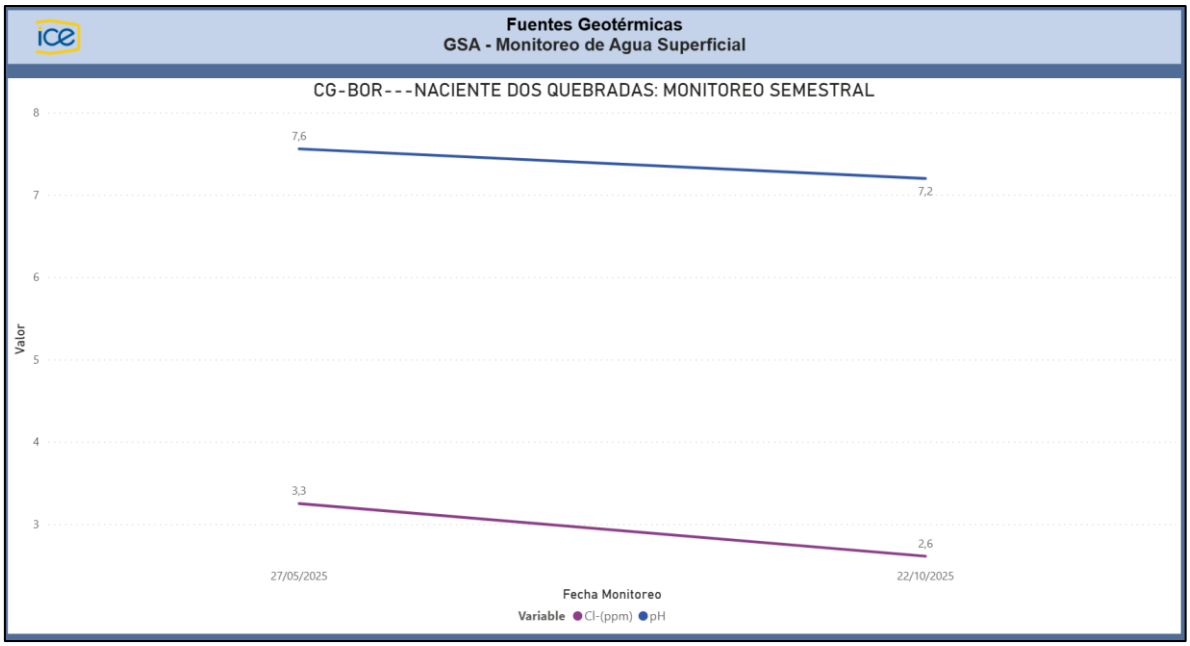
Para este periodo también se realizaron los muestreos semestrales en fuentes de aguas superficiales externas. En la Figura 35 se pueden apreciar los datos obtenidos.

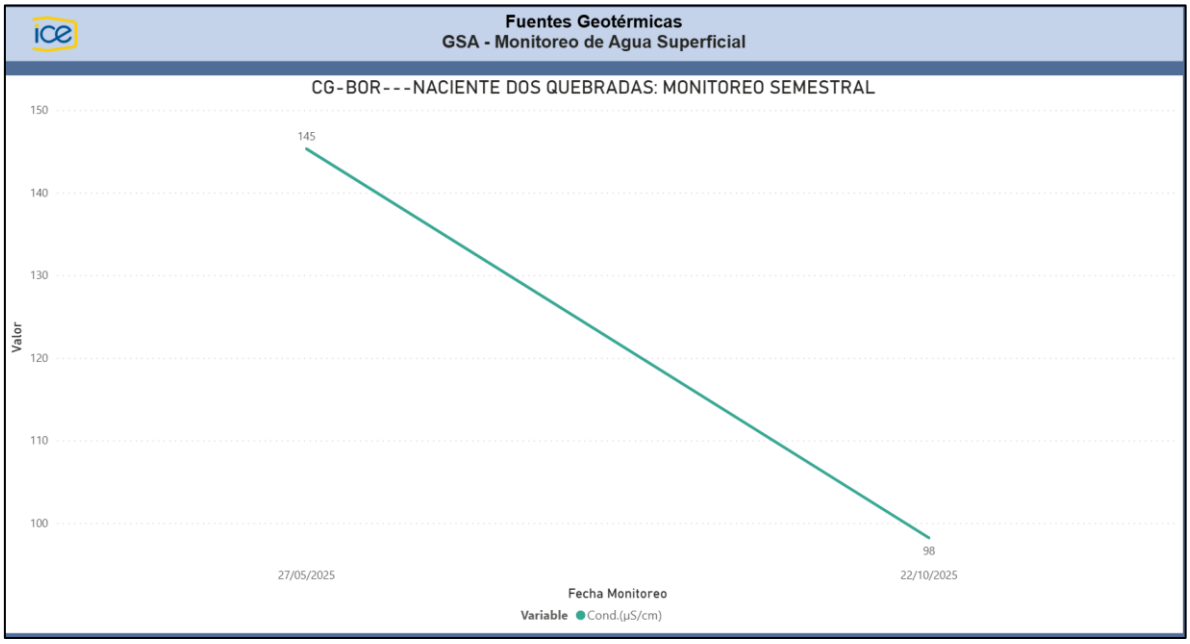

Fuentes Geotérmicas
GSA - Monitoreo de Agua Superficial
CG-BOR---TERMAL LOS PEDERNALES: MONITOREO SEMESTRAL
Valor
7
6
5
4
3
6,8
6,4
3,5
3,2
27/05/2025
22/10/2025
Fecha Monitoreo
Variable Cl-(ppm) pH

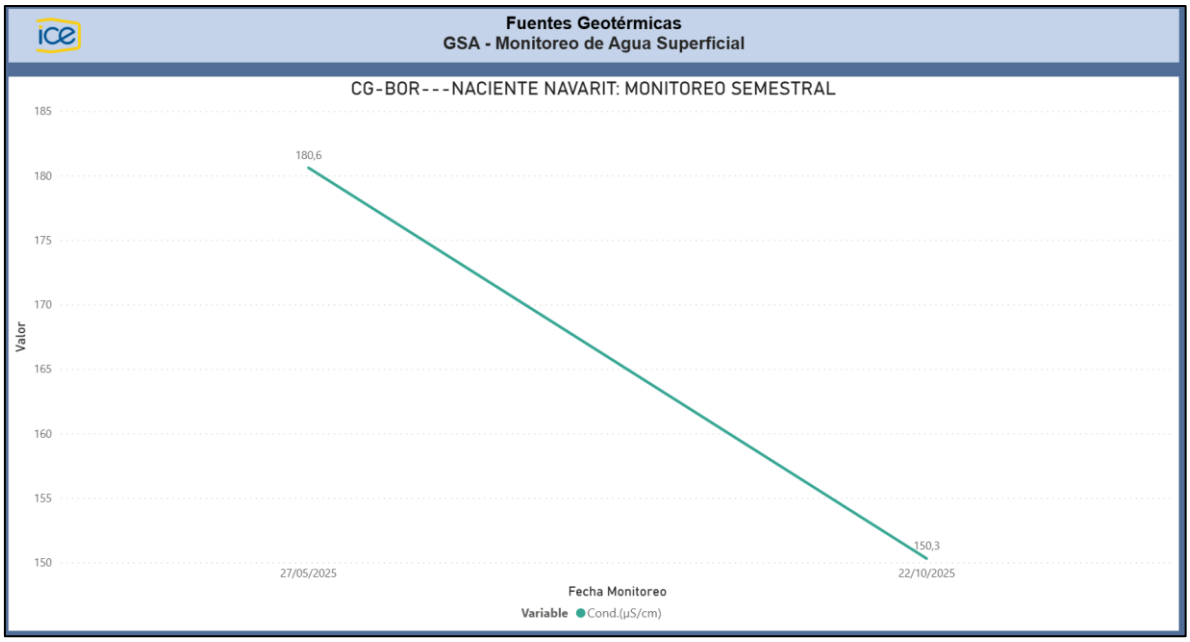

Fuentes Geotérmicas
GSA - Monitoreo de Agua Superficial
CG-BOR---TERMAL LOS PEDERNALES: MONITOREO SEMESTRAL
Valor
220
215
210
205
221,0
202,0
27/05/2025
22/10/2025
Fecha Monitoreo
Variable Cond.(µS/cm)


Fuentes Geotérmicas
GSA - Monitoreo de Agua Superficial
CG-BOR---TOMA AGUA LAS LILAS: MONITOREO SEMESTRAL
180
178
176
174
172
Valor
180,0
171,1
27/05/2025
22/10/2025
Fecha Monitoreo
Variable
Cond.(µS/cm)


Fuentes Geotérmicas
GSA - Monitoreo de Agua Superficial
CG-BOR---TOMA AGUA LAS LILAS: MONITOREO SEMESTRAL
7,0
6,5
6,0
5,5
5,0
4,5
4,0
Valor
6,92
6,62
4,44
4,79
27/05/2025
22/10/2025
Fecha Monitoreo
Variable
Cl-(ppm)
pH


Fuentes Geotérmicas
GSA - Monitoreo de Agua Superficial
CG-BOR---NACIENTE DOS QUEBRADAS: MONITOREO SEMESTRAL
Valor
8
7
6
5
4
3
7,6
7,2
3,3
2,6
27/05/2025
22/10/2025
Fecha Monitoreo
Variable Cl-(ppm) pH


Fuentes Geotérmicas
GSA - Monitoreo de Agua Superficial
CG-BOR---NACIENTE DOS QUEBRADAS: MONITOREO SEMESTRAL
Valor
150
140
130
120
110
100
145
98
27/05/2025
22/10/2025
Fecha Monitoreo
Variable Cond.(µS/cm)



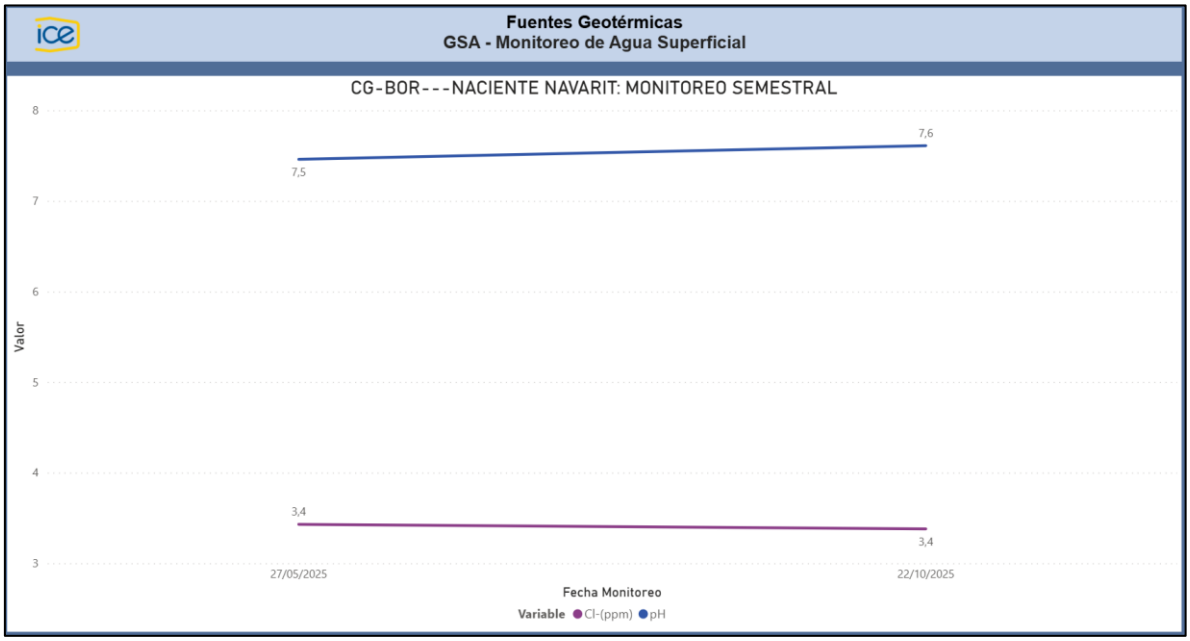


Figura 35. Registros de monitoreo semestral de calidad de aguas superficial en fuentes externas.

Los datos mostrados en las Figura 34 y en la Figura 35 evidencian que las aguas superficiales en el área de proyecto y las externas muestran valores fisicoquímicos, que no superan los límites del Decreto N°32327-S, Reglamento para la Calidad del Agua Potable (Cuadro 11), decreto que se utiliza como referencia, ya que las aguas analizadas no son utilizadas para consumo humano. Sin embargo, en base a los resultados se puede asegurar la no presencia de fluidos geotérmicos en los cuerpos de agua superficial.

Cuadro 11. Parámetros de calidad de aguas para consumo humano

Parámetro para aguas superficiales de consumo humano								
Parámetro	pH		Conductividad (µS/cm)		Cloruro - Cl- (mg/L)		Turbiedad (UNT)	
Reglamento 32327-S	Valor recomendado	Valor máximo admisble	Valor recomendado	Valor máximo admisble	Valor recomendado	Valor máximo admisble	Valor recomendado	Valor máximo admisble
Valor	6.5	8.5	400	----	25	250	<1	5 [2]

Es importante señalar que los datos de pH de Rio Salitral para la fecha 22-10-25 fue de 7.90 y el dato de pH de Toma de agua PLB-05 para la fecha 27-05-2025 es de 7.66. Sin embargo, el sistema de la base de datos generó un error y sumo el dato doble.

Medida MFPGB 15. Manejo y control de aguas servidas y aceites.

En el Proyecto Geotérmico Borinquén, las aguas residuales de tipo ordinario son dirigidas hacia tanques sépticos con su respectivo drenaje. Por otro lado, en sectores debido al tiempo corto de ejecución de obra o bien por la cantidad de personal destacado en el sitio se hecho uso de casetas sanitarias en seco y en otros sectores se utilizan casetas sanitarias contratadas. Lo anterior se muestra en las imágenes de la Figura 36.

Figura 36. Uso de casetas sanitaras contratadas en los frentes de trabajo.

Medida MFPGB 16. Manejo y control de residuos sólidos.

Durante el periodo se generaron un total de 28286 kg de residuos en el PG Borinquen, dichos residuos son almacenados temporalmente en el nuevo Centro de Transferencia de Residuos del proyecto, donde posterior se descartan mediante gestores autorizados por el Ministerio de Salud o mediante la recolección municipal. En el Cuadro 12 a continuación se muestra el detalle de la generación de residuos.

Cuadro 12. Registro de generación de residuos por tipo

Tipo de Residuo	Generación Mensual (Kg)			
	Agosto 2025	Setiembre 2025	Octubre 2025	Noviembre 2025
Residuos Ordinarios Reciclables	153	151	136	142
Residuos Ordinarios No Reciclables	215	181	176	297
Residuos Peligrosos	33	4588	1109	861
Residuos Especiales no valorizables	1537	1680	2045	805
Madera	1360	1190	2613	1773
Metales	3531	435	225	3053
Total (Kg):	**28286 kg**			

Fuente: Registros Ambientales PG Borinquén, noviembre 2025.

Basados en el cuadro anterior se puede indicar que del total de residuos generados el 75.47% podrían recibir un tratamiento o aprovechamiento y el restante 24.53% son residuos sin valor de aprovechamiento los cuales serían enviados a rellenos sanitarios autorizados. Todas les gestiones de residuos del proyecto se realizan mediante gestores autorizados por el ministerio de salud, bajo la coordinación del Programa de Gestión Integral de Residuos (PGIR) de la organización.

Durante el periodo se realizaron tres descartes de residuos correspondientes a madera, metales y peligrosos, los cuales fueron retirados mediante gestores autorizados por el Ministerio de Salud. (Ver Figura 37)

Figura 37. Descarte de residuos del Centro de Transferencia de Residuos Borinquen.

Para el manejo de los residuos ordinarios y especiales en todas las áreas de trabajo se tienen espacios con recipientes y/o apartos que promueven la recuperación y separación de estos directamente desde la fuente de generación tal y como se estable en la Ley 8839 y su reglamento, estos espacios se han realizado en estaciones modulares lo que permite moverlas con facilidad conforme avanzan las obras. (Ver Figura 38)

Figura 38. Espacios de almacenamiento temporal de residuos en frente de obra.

Para mejorar el tema de la gestión de residuos, incluyendo el manejo de los residuos generados producto de la atención de derrames de sustancias peligrosas se ha implementado en el proyecto algo que se conoce como brigada ambiental. Esto ha permito que en cada frente se cuenta con una persona capacitada para atender eventualidades que se presenten y poder mantener una gestión de residuos adecuada en los frentes.

Dicha brigada recibe capacitación una vez al mes (ver Figura 39), donde se realizan reforzamiento en los temas, se realizan prácticas, se escuchan vivencias del día a día del personal, se les instruye a brindar algunas recomendaciones de mejora y se les insta a poner en práctica dichas recomendaciones. Este plan piloto de brigada ambiental en el proyecto ha dado muy buenos resultados en el manejo de residuos y atención de derrames, siendo ejemplo para otras obras de la organización.

Figura 39. Capacitación sobre gestión de residuos a personal de la brigada ambiental.

Medida MFPGB 17. Manejo de hidrocarburos, sustancias peligrosas y aguas residuales.

Se cuenta con diferentes espacios acondicionados para el almacenamiento de sustancias químicas e hidrocarburos, estos espacios pueden ser gabinetes o estaciones modulares con cerramiento perimetral en malla y zinc, medidas de contención, y portón para restricción del acceso. (Ver Figura 40). El uso de gabinetes o estas estaciones modulares ha resultado práctico ya que es de mayor facilidad para moverlos conforme avanzas las obras. En todas las visitas de seguimiento ambiental se realiza revisiones de estos espacios para garantizar

que la colocación de estas no atenta contra el ambiente por condiciones de vuelco o algún mal manejo que se pueda dar.

Figura 40. Gabinete almacenamiento de sustancias peligrosas.

Medida MFPGB 18. Monitoreo de corrosión atmosférica.

Basado en informe parcial de Corrosión Atmosférica N°: USE-COR-2025-015 en Proyecto Geotérmico Borinquen, realizado por los investigadores Erika Saborío Leiva y Mario Vega León, del Centro de Investigación en Corrosión del Instituto Costarricense de Electricidad.

Descripción del servicio

Como parte del estudio de impacto ambiental que se llevó a cabo para el Proyecto Geotérmico Borinquen, se solicitó al Centro de Investigación en Corrosión (CICorr) la realización de un estudio de corrosión atmosférica que se está llevando a cabo en la zona. La ubicación de dicha región es en el distrito de Cañas Dulces, el cual pertenece al cantón de Liberia, en la provincia de Guanacaste; cabe mencionar que se encuentra en las cercanías del parque nacional Rincón de la Vieja, convirtiéndola en una zona muy sensible para cualquier obra que se quiera efectuar y, por esta razón, la gran importancia del estudio de impacto ambiental para el desarrollo del proyecto.

Para dicho estudio, se instalaron dos estaciones; la primera se encuentra ubicada en Plataforma 5 (PGB-05) y la segunda en las cercanías de la Plataforma 2 (PGB-02), ambas cuentan con recolectores de contaminantes y exposición de placas de acero al carbono (instaladas en el segundo semestre del año 2018); además, se dispone de estaciones meteorológicas, al lado de cada estación de corrosión atmosférica para obtener los datos que se requieran

(Figura 41). El objetivo de dicho estudio es establecer la clasificación a la que pertenece dicha atmosfera desde el punto de vista de corrosión. El estudio se inició en el mes de mayo del 2012.

Figura 41. Estación de monitoreo de corrosión en sitio aledaño a la plazoleta PLB-05.

Corrosión atmosférica

Se entiende por corrosión atmosférica el deterioro que sufren los materiales metálicos cuando se encuentran en contacto con el aire a temperatura ambiente.

Debido a la gran cantidad de metal expuesto a la atmosfera, se estima que alrededor del 50 % de las pérdidas económicas totales por corrosión, se producen como consecuencia de fenómenos de corrosión atmosférica. (Otero Huerta, 2001).

La corrosión atmosférica posee un mecanismo de naturaleza electroquímica y consiste en una reacción anódica (ver ecuación 1) y una reacción catódica (ver ecuación 2):

$$Me \rightarrow Me^{n+} + ne^{-} \quad (1)$$

$$O_2 + 2H_2O + 4e^{-} \rightarrow 4OH^{-} \quad (2)$$

Dado el mecanismo anterior, existen distintos factores que influyen en la velocidad de corrosión atmosférica, como el espesor de película húmeda o la contaminación atmosférica. Para el caso del espesor de película húmeda según (Otero Huerta, 2001) a medida que crece el espesor de película, la velocidad de corrosión aumenta, hasta alcanzar un máximo de 100 µm de espesor; luego para espesores superiores a 1 mm son considerados como condiciones de inmersión

y por ende la velocidad de corrosión se estabiliza. Por otra parte, los contaminantes son los otros factores influyentes en la velocidad de corrosión; según (Otero Huerta, 2001) los de mayor influencia en la cinética de corrosión de metales en contacto con la atmosfera son el dióxido de azufre (SO2) y el Cloruro (Cl-).

En estudios de corrosión atmosférica es de vital importancia el monitoreo de los contaminantes en la atmosfera y de variables meteorológicas como la humedad relativa (HR) y la temperatura (T). Para dicho monitoreo se pueden seguir metodologías determinadas por normas internacionales, y que sirven para establecer categorías del nivel de corrosividad de la atmosfera. Se pueden encontrar dos métodos los cuales se detallan en las normas ISO 9226:2012 y en la ISO 9225:2012.

Para la categorización de la atmosfera, según los niveles de corrosividad, se hace uso de normas como la ISO 9223-2012 *Corrosion of metal and alloys – Corrosivity of atmospheres – Classification, determination and estimation;* la que establece 5 niveles de corrosividad, según se detalla en Cuadro 13, Cuadro 14 y Cuadro 15.

Cuadro 13. Categoría de la atmósfera según nivel de corrosión.

Categoría	Corrosividad
C1	Muy baja
C2	Baja
C3	Medio
C4	Alta
C5	Muy alta
CX	Extremo

Fuente: (ISO 9223:2012).

Cuadro 14. Clasificación de contaminación por sulfuro y cloruro.

Tasa deposición $(mg\ /m^2\ d)$	Nivel de corrosividad		Tasa deposición $(mg\ /m^2\ d)$
	Sulfuro (SO_2)	Cloruro (Cl^-)	
$P_d \leq 4$	P_0 Atmosfera Rural	S_0	$S_d \leq 3$
$4 < P_d \leq 24$	P_1 Atmosfera Urbana	S_1	$3 < S_d \leq 60$
$24 < P_d \leq 80$	P_2 Atmosfera Industrial	S_2	$60 < S_d \leq 300$
$80 < P_d \leq 200$	P_3 Atmosfera Industrial muy contaminada	S_3	$300 < S_d \leq 1500$

Fuente: (ISO 9223:2012).

Cuadro 15. Tasas de corrosión para el primer año de exposición.

Categoría de corrosividad	Taza corrosión (µm/año)
	Acero al carbono
C1	≤1,3

C2	1,3 < rcorr ≤ 25
C3	25 < rcorr ≤ 50
C4	50 < rcorr ≤ 80
C5	80 < rcorr ≤ 200
CX	200 < rcorr ≤ 700

Fuente: (ISO 9223:2012).

Metodología

Se siguió la metodología de las normas de referencia, ISO 9225:2012 e ISO 9226:2012, que establecen los métodos para clasificar la corrosividad de la atmosfera. A continuación, se describen cada uno de los métodos:

El método A, se establece en la ISO 9226:2012 *Corrosion of metal and alloys – Corrosivity of atmospheres – Determination of corrosion rate of standard specimens for the evaluation of corrosivity*; el cual consiste en la exposición de placas metálicas que permiten determinar la velocidad de corrosión, mediante la medición de pérdida de masa de los mismos y así clasificar la corrosividad atmosférica.

En tanto el método B se describe en la ISO 9225:2012 *Corrosion of metals and alloys – Corrosivity of atmospheres – Measurement of environmental parameters affecting corrosivity of atmospheres;* donde se establecen las pautas para la medición de contaminantes atmosféricos, tales como el dióxido de azufre mediante la técnica de tasa de deposición en cilindros recubiertos con óxido de plomo IV y para los cloruros la determinación se realiza por medio de la candela húmeda, además de datos meteorológicos como temperatura y humedad relativa, con los cuales se obtiene el tiempo de humectación (TDH). Una vez reunidos estos datos, se establece la clasificación a la que pertenece dicha zona, mediante la norma ISO 9223-2012 *Corrosion of metal and alloys – Corrosivity of atmospheres – Classification, determination and estimation.*

Para el presente informe, se incorporan nuevos datos del método B.

Resultados

Método A

Los resultados de este método se incluyen de manera informativa, dado que ya no se obtendrán nuevos datos de este método, porque estaba planificado para 2 años, que concluyeron en 2021.

En el Cuadro 13 se presenta la velocidad de corrosión atmosférica, según el método gravimétrico, para cada estación. En la Figura 42 y

Figura **43**, se muestran dichos resultados, donde se aprecia gráficamente de la variación de la velocidad de corrosión en el tiempo (3, 6, 12 y 24 meses).

Cuadro 16. Grado de corrosión de las estaciones, por método gravimétrico.

Estación	Tiempo de exposición	Velocidad de corrosión[1] $(mm/año)$	Velocidad de corrosión[1] $(\mu m/año)$	Categoría de corrosividad[2]
Plataforma 2 Plataforma 5	3 meses	0,0283 0,0409	28,3 40,9	C3
Plataforma 2 Plataforma 5	6 meses	0,0287 0,0444	28,6 44,4	C3
Plataforma 2 Plataforma 5	12 meses	0.0208 0.0202	20.8 20.2	C2
Plataforma 2 Plataforma 5	24 meses	0.0188 0.0189	18.8 18.9	C2
Plataforma 2 Plataforma 5	36 meses	0.0146 0.0126	14.6 12.6	C2

[1]Corresponde al promedio de velocidad de corrosión de tres placas recolectadas.
[2]Clasificación de acuerdo con ISO 9223:2012.

Figura 42. Velocidad de corrosión, determinada por método gravimétrico, para un periodo de exposición de 3, 6, 12 y 24 meses, en el sitio de monitoreo: Plataforma 2.

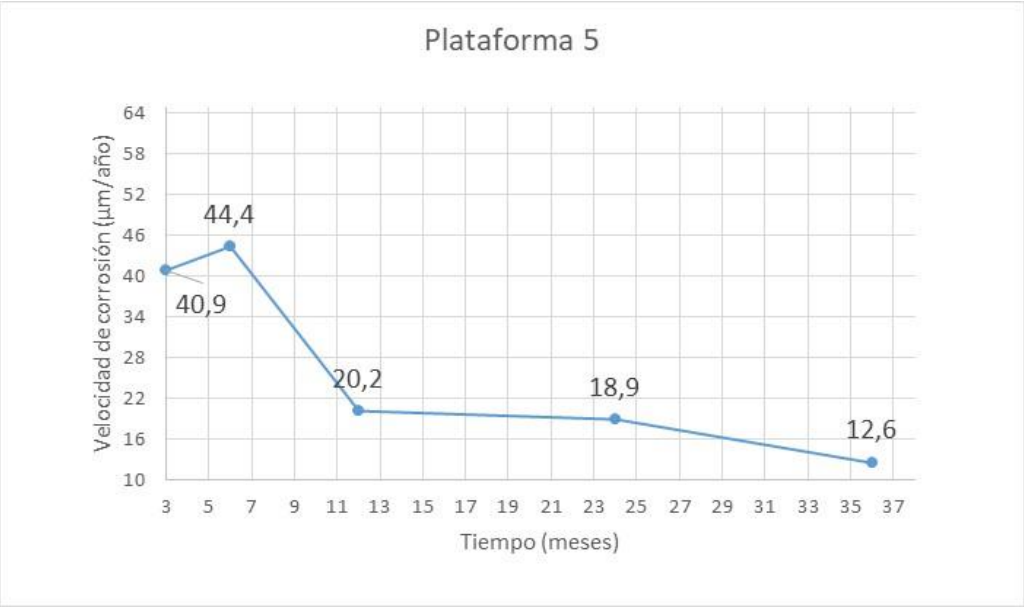


Figura 43. Velocidad de corrosión, determinada por método gravimétrico, para un periodo de exposición de 3, 6, 12 y 24 meses, en el sitio de monitoreo: Plataforma 5.

Al observar la tendencia de las curvas de las figuras anteriores, se encuentra que ambas inician con una tasa de corrosión que aumenta en los primeros 6 meses, pudiendo clasificarse como nivel C3, pero a partir del sexto mes, experimentan una clara disminución, la cual tiende a estabilizarse a partir del mes 12, y continúa disminuyendo a los 24 y 36 meses, manteniéndose desde el mes 12 en la clasificación de ambiente C2., correspondiente a una tasa de corrosión baja.

Este comportamiento es esperado debido al carácter semiprotector de los productos de corrosión del acero, y se logra concluir de este estudio que la categoría de corrosividad para la zona de Borinquen, en los sitios estudiados plataforma 2 y 5, y según el método A de la norma ISO 9226:2012, es la correspondiente a un ambiente C2.

Método B

En el Cuadro 17 y Cuadro 18, se muestran las tasas de deposición de dióxido de azufre y cloruros en la zona de Borinquen, mientras que las clasificaciones respectivas, de acuerdo con los niveles de estos contaminantes, se muestran en el Cuadro 19 y Cuadro 20.

Cuadro 17. Tasa de deposición dióxido de azufre (SO_2) y cloruros (Cl^-) en la plataforma 2.

Fecha de recolección	Tasa deposición SO_2 $(mg\ /m^2\ d)$	Tasa deposición Cl^- $(mg\ /m^2\ d)$
04/03/2019	1,3	0,002

09/04/2019	5,1	0,002
07/05/2019	1,3	0,0001
01/06/2019	99	0,009
02/07/2019	1,3	0,001
24/09/2019	1,9	0,006
28/10/2019	5,0	0,002
03/12/2019	2,6	0,002
19/04/2020	2,9	0,001
18/06/2020	NA	0,012
09/12/2020	3.2	0.003
07/01/2021	5.5	0.006
23/02/2021	3.6	0.006
25/03/2021	5,2	0,007
25/05/2021	2,7	0,005
25/06/2021	5,5	0,112
22/07/2021	9,5	0,018
01/09/2021	6,6	0,017
11/11/2021	2,2	0,042
13/01/2022	2,5	0,031
14/05/2022	1,3	0,003
09/06/2022	6,0	0,018
16/08/2022	2,3	0,008
29/09/2022	3,5	0,019
15/11/2022	3,3	0
19/01/2023	2,5	0,002
21/02/2023	4,6	0,005
28/03/2023	4,9	0,002
28/08/2023	1,0	0,002
13/12/2023	1,6	0,002
14/03/2024	2,8	0,003
18/04/2024	6,0	0,003
16/05/2024	6,2	0,012
12/06/2024	6,2	0,012
16/07/2024	4,9	0,003
21/08/2024	4,4	0,006
17/09/2024	5,9	0,007
15/10/2024	5,7	0,003
18/11/2024	0,314	0,052
12/12/2024	0,222	0,153
15/01/2025	0,301	ND
13/02/2025	0,360	0,124
17/03/2025	0,37	16,602
22/04/2025	0,123	7,813
15/05/2025	0,328	8,152
15/06/2025	0,269	5,04
17/07/2025	66,964	3,906
19/08/2025	88,985	4,735
23/09/2025	63,492	2,679

Cuadro 18. Tasa de deposición dióxido de azufre (SO2) y cloruros (Cl-) en la plataforma 5.

Fecha de recolección	Tasa deposición SO_2 $(mg\ /m^2\ d)$	Tasa deposición Cl^- $(mg\ /m^2\ d)$
04/03/2019	1,4	0,002
09/04/2019	0,8	0,0001
07/05/2019	1,3	0,001
01/06/2019	1,6	0,005
02/07/2019	1,3	0,001
24/09/2019	2,0	0,008
28/10/2019	3,5	0,005
03/12/2019	2,6	0,002
19/04/2020	3,0	0,002
18/06/2020	2,8	0,013
09/12/2020	3.2	0.006
07/01/2021	5.6	0.005
23/02/2021	4.5	0.004
25/03/2021	5,3	0,009
25/05/2021	2,5	0,005
25/06/2021	5,2	0,108
22/07/2021	6,9	0,011
01/09/2021	3,9	0,010
11/11/2021	2,3	0,008
13/01/2022	2,5	0,007
14/05/2022	1,3	0,004
09/06/2022	6,0	0,018
16/08/2022	2,3	0,007
29/09/2022	3,7	0,002
15/11/2022	3,5	0,002
19/01/2023	2,6	0,004
21/02/2023	4,7	0,008
28/03/2023	4,9	0,002
28/08/2023	1,0	0,002
13/12/2023	1,6	0,002
14/03/2024	2,8	0,003
18/04/2024	6,0	0,005
16/05/2024	6,2	0,012
12/06/2024	6,2	0,012
16/07/2024	4,9	0,004
21/08/2024	4,4	0,006
17/09/2024	5,9	0,005
15/10/2024	5,7	0,004
18/11/2024	0,479	0,031
12/12/2024	0,187	0,031
15/01/2025	0,397	ND
13/02/2025	0,389	0,111
17/03/2025	0,221	8,789
22/04/2025	0,258	16,493
15/05/2025	0,518	8,152

15/06/2025	0,192	4,032
17/07/2025	109,127	7,813
19/08/2025	84,175	5,682
23/09/2025	74,83	3,571

Cuadro 19. Clasificación de acuerdo con tasa de deposición en la plazoleta PLB-02.

Fecha de recolección	Clasificación de acuerdo con ISO 9223:2012	
	SO_2	Cl^-
04/03/2019	P_0	S_0
09/04/2019	P_1	S_0
07/05/2019	P_0	S_0
01/06/2019	P_3	S_0
02/07/2019	P_0	S_0
24/09/2019	P_0	S_0
28/10/2019	P_1	S_0
03/12/2019	P_0	S_0
19/04/2020	P_0	S_0
18/06/2020	NA	S_0
09/12/2020	P_0	S_0
07/01/2021	P_1	S_0
23/02/2021	P_0	S_0
25/03/2021	P_1	S_0
25/05/2021	P_0	S_0
25/06/2021	P_1	S_0
22/07/2021	P_1	S_0
01/09/2021	P_1	S_0
11/11/2021	P_0	S_0
13/01/2022	P_0	S_0
14/05/2022	P_0	S_0
09/06/2022	P_1	S_0
16/08/2022	P_0	S_0
29/09/2022	P_0	S_0
15/11/2022	P_0	S_0
19/01/2023	P_0	S_0
21/02/2023	P_1	S_0
28/03/2023	P_1	S_0
28/08/2023	P_0	S_0
13/12/2023	P_0	S_0
14/03/2024	P_0	S_0
18/04/2024	P_1	S_0
16/05/2024	P_1	S_0
12/06/2024	P_1	S_0
16/07/2024	P_1	S_0
21/08/2024	P_1	S_0
17/09/2024	P_1	S_0
15/10/2024	P_1	S_0
18/11/2024	P_0	S_0
12/12/202	P_0	S_0

15/01/2025	P_0	S_0
13/02/2025	P_0	S_0
17/03/2025	P_0	S_1
22/04/2025	P_0	S_1
15/05/2025	P_0	S_1
15/06/2025	P_0	S_1
17/07/2025	P_2	S_1
19/08/2025	P_3	S_1
23/09/2025	P_2	S_0

Cuadro 20. Clasificación de acuerdo con tasa de deposición en la plazoleta PLB-05.

Fecha de recolección	**Clasificación de acuerdo con ISO 9223:2012**	
	SO_2	**Cl^-**
04/03/2019	P_0	S_0
09/04/2019	P_0	S_0
07/05/2019	P_0	S_0
01/06/2019	P_0	S_0
02/07/2019	P_0	S_0
24/09/2019	P_0	S_0
28/10/2019	P_0	S_0
03/12/2019	P_0	S_0
19/04/2020	P_0	S_0
18/06/2020	P_0	S_0
09/12/2020	P_0	S_0
07/01/2021	P_1	S_0
23/02/2021	P_1	S_0
25/03/2021	P_1	S_0
25/05/2021	P_0	S_0
25/06/2021	P_1	S_0
22/07/2021	P_1	S_0
01/09/2021	P_0	S_0
11/11/2021	P_0	S_0
13/01/2022	P_0	S_0
14/05/2022	P_0	S_0
09/06/2022	P_1	S_0
16/08/2022	P_0	S_0
29/09/2022	P_0	S_0
15/11/2022	P_0	S_0
19/01/2023	P_0	S_0
21/02/2023	P_1	S_0
28/03/2023	P_1	S_0
28/08/2023	P_0	S_0
13/12/2023	P_0	S_0
14/03/2024	P_0	S_0
18/04/2024	P_1	S_0
16/05/2024	P_1	S_0
12/06/2024	P_1	S_0
16/07/2024	P_1	S_0

21/08/2024	P_1	S_0
17/09/2024	P_1	S_0
15/10/2024	P_1	S_0
18/11/2024	P_0	S_0
12/12/2024	P_0	S_0
15/01/2025	P_0	S_0
13/02/2025	P_0	S_0
17/03/2025	P_0	S_1
22/04/2025	P_0	S_1
15/05/2025	P_0	S_1
15/06/2025	P_0	S_1
17/07/2025	P_3	S_1
19/08/2025	P_3	S_1
23/09/2025	P_2	S_1

Por otra parte, en las Figura 44 y Figura 45, muestra un histórico, a partir de enero 2018, de las tasas de deposición de cloruros y sulfuros para las estaciones Plataforma 2 y Plataforma 5.

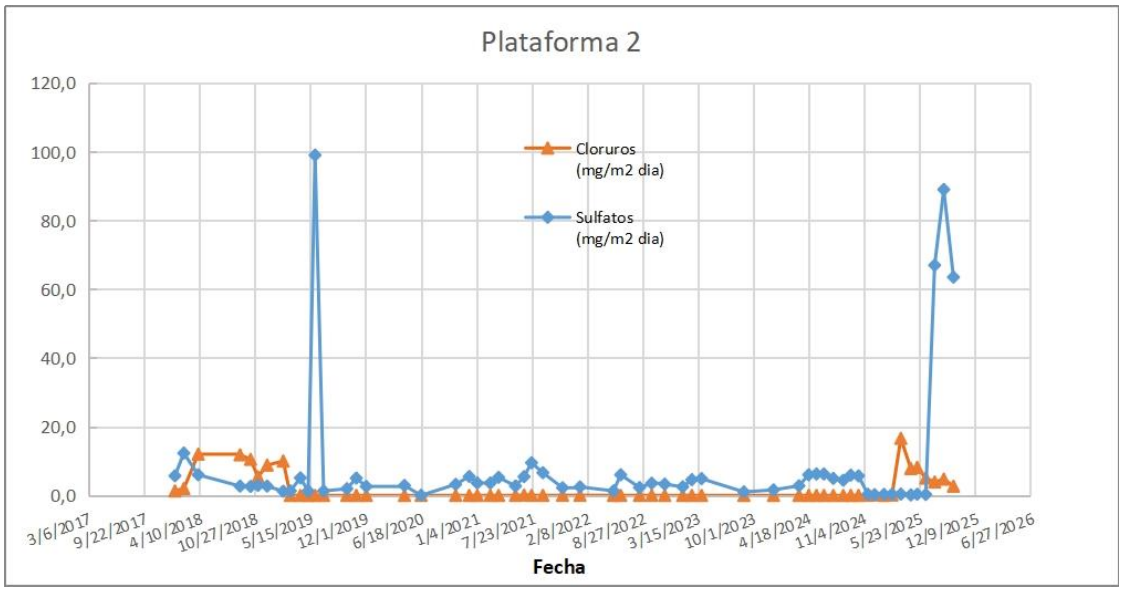


Figura 44. Histórico de deposición de cloruros y sulfuros, PLB-2.

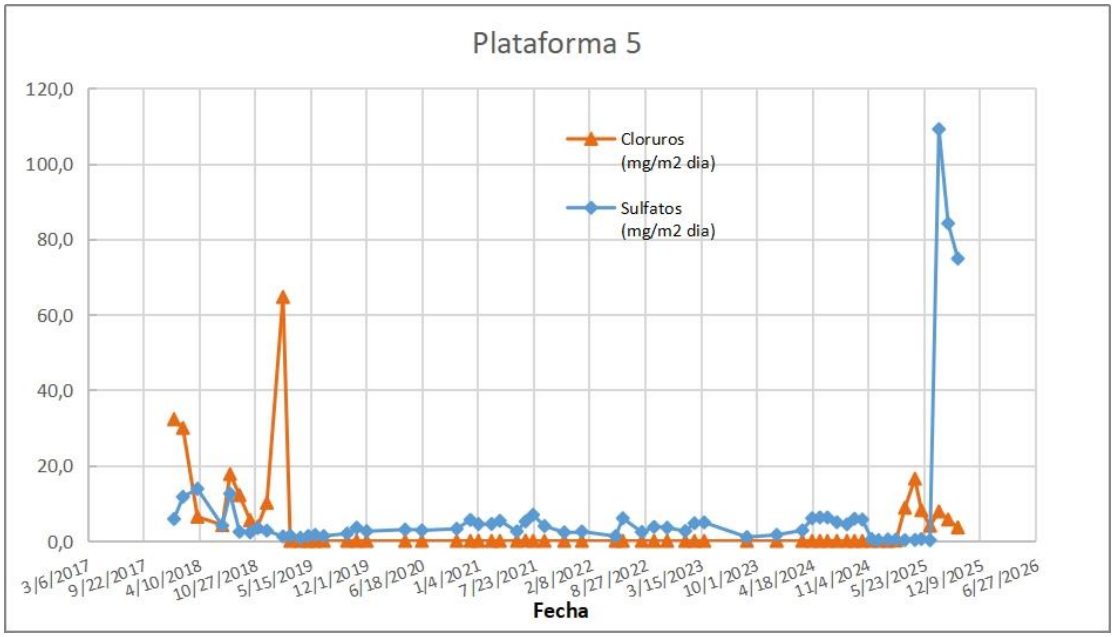


Figura 45. Histórico de deposición de cloruros y sulfuros, PLB-5.

En la Figura 46 y Figura 47, se muestra un detalle de los gráficos de las figuras 1 y 2, con los datos de los últimos 4 años de las tasas de deposición de cloruros y sulfuros para las estaciones Plataforma 2 y Plataforma 5.

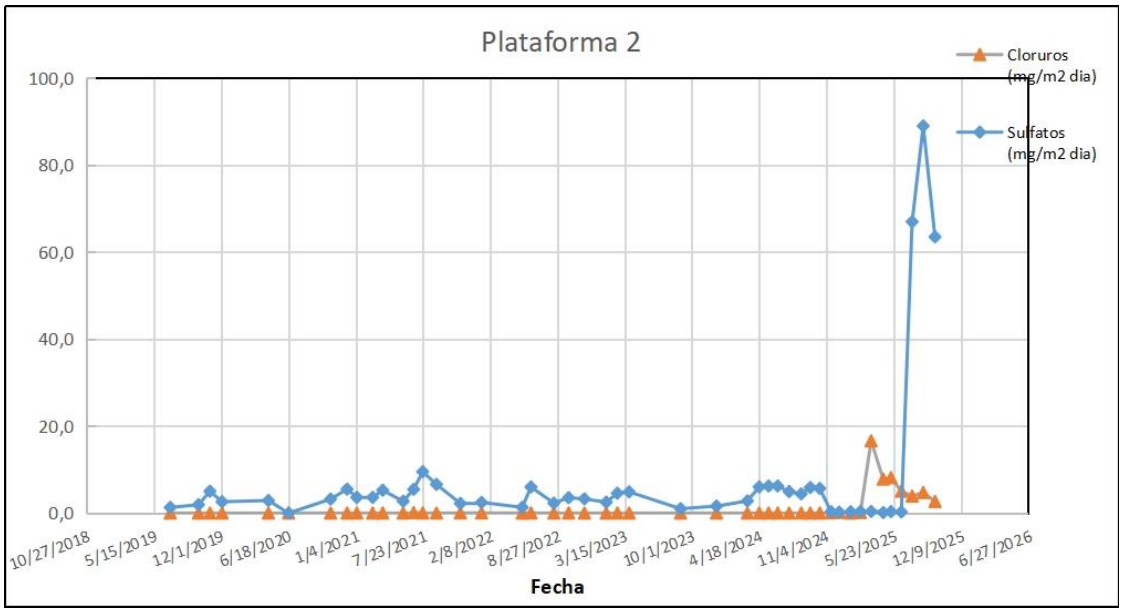


Figura 46. Histórico de deposición de cloruros y sulfuros, PLB-2, con datos de los últimos 4 años.

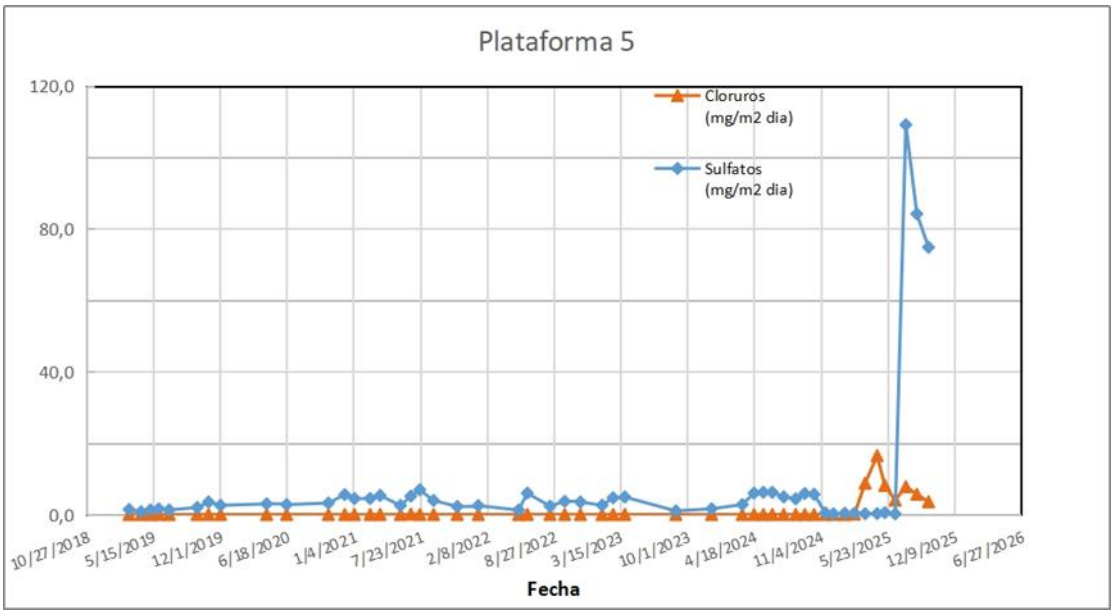


Figura 47. Histórico de deposición de cloruros y sulfuros, PLB-5, con datos de los últimos 4 años.

Conclusiones y recomendaciones:

Según los resultados obtenidos del método A de la norma ISO 9226:2012, se logra concluir de este estudio que la categoría de corrosividad para la zona de Borinquen, en los sitios estudiados Plataforma 2 y 5, es la correspondiente a un ambiente C2.

De acuerdo con los resultados obtenidos para el método B, en el período de medición y la norma de referencia, ISO 9223:2012; la clasificación de la tasa de dióxido de azufre corresponde a P_3 y P_2, la cual corresponde a una atmósfera industrial muy contaminada e industrial respectivamente, es decir, la corrosividad atmosférica pasó de una categoría de atmósfera rural, a una mucho más agresiva de tipo industrial e incluso industrial muy contaminada, este cambio en la agresividad atmosférica no registrado en este estudio, sino hasta en este momento, podría ser causado por aumento en la actividad volcánica y/o por cambios en la dirección de los vientos predominantes.

Este aumento en la corrosividad atmosférica se ha visto también reflejado en un incremento en la corrosión en los materiales almacenados en patios, en tuberías, en equipos y en elementos como pernos, válvulas, entre otros.

Además, se registra mayor agresividad atmosférica en plataforma 5 que en plataforma 2, lo cual podría tener origen en la dirección de los vientos predominantes.

Según el *Observatorio vulcanológico y sismológico de Costa Rica* (OVSICORI), en los meses de julio, agosto y setiembre, que precisamente

corresponden con el periodo de medición de este informe, las emanaciones de SO_2 del Volcán Rincón de la Vieja, pasaron de 70 toneladas/día (2 junio) hasta 221 toneladas/día (julio, agosto y setiembre), lo cual significa que se triplicó la cantidad de SO_2 en el ambiente.

Por su parte, la tasa de cloruros que había registrado un aumento significativo, pasando a una categoría S_1 se mantiene invariable en este periodo, correspondente a un ambiente urbano, llegando a valores importantes en esta categoría que hasta ahora se están registrando en este estudio.

Bibliografía:

International Organization for standardization. (2012). Corrosion of Metal and Alloys- Corrosivity of atmospheres- Determination of corrosion rate of standard specimens for the evaluation of corrosivity (ISO 9226:2012(E)). Geneva - Switzerland: ISO.

International Organization for Standardization. (2012). Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification, determination and estimation (ISO 9223:2012(E)). Geneva - Switzerland: ISO.

International Organization for Standardization. (2012). Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Measurement of environmental parameters affecting corrosivity of atmospheres (ISO 9225:2012(E)). Geneva - Switzerland: ISO.

Otero Huerta, E. (2001). Corrosión y degradación de los materiales. Madrid: Síntesis SA.

https://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php/vulcanologia/informes-y-boletines/boletin-semanal-vigilancia-volcanica/81-boletines-semanales-vulcanologia-2025?start=15.

Medida MFPGB 19. Uso de materiales o pinturas anticorrosivas.

Esta medida no aplica para este periodo de trabajo.

Medida MFPGB 20. Red sismológica de monitoreo.

Basado en el reporte de actividad sísmica y volcánica en los alrededores de los proyectos geotérmicos Borinquen y Las Pailas desde el 21 de julio al 21 de noviembre de 2025. Realizado por Geól. Waldo Taylor Castillo y Geóloga Irene Aguilar Peña. Geociencias, Proceso de Ingeniería, Dirección de Gestión de Servicios No Regulados.

Introducción

El Área de Gestión Socioambiental del Centro de Gestión Fuentes Geotérmicas de Recursos Geotérmicos de la División de Generación, le solicita a Geociencias

del Proceso de Ingeniería de la Dirección de Gestión de Servicios No Regulados, informes cuatrimestrales sobre el comportamiento de la sismicidad en los campos geotérmicos de Borinquen y Las Pailas, como parte de los Informes de Regencia Ambiental.

En el caso de los proyectos geotérmicos de Borinquen y Las Pailas, se llevó a cabo un monitoreo sismológico preliminar en el 2002. Sin embargo, fue a mediados del 2004, cuando se logró instalar la red sismológica permanente. Esta red permite detectar microsismos con epicentros ubicados dentro de los reservorios geotérmicos y en las fallas tectónicas locales.

Sismicidad desde el año 2005 a julio 2025

En la Figura 48, se presentan las estadísticas de la cantidad de sismos registrados durante el periodo comprendido entre 2005 y noviembre del 2025. Es importante destacar que la mayoría de estos sismos son imperceptibles para la población debido a su naturaleza y baja magnitud, y solo pueden ser detectados mediante el uso de instrumentación sismológica especializada. Desde el 2005 hasta el 21 de noviembre del 2025, se han registrado y localizado un total de 9259 sismos, y se identifican claramente dos periodos de alta sismicidad. El primero ocurrió durante los años 2008 al 2012, mientras que el segundo comenzó a partir de noviembre del 2020 y se mantuvo hasta el 2023, tal como se puede observar en la gráfica, siendo el año 2023, el más activo desde el 2011 con 1395 sismos. Durante el periodo 2024-2025, la actividad sísmica ha disminuido.

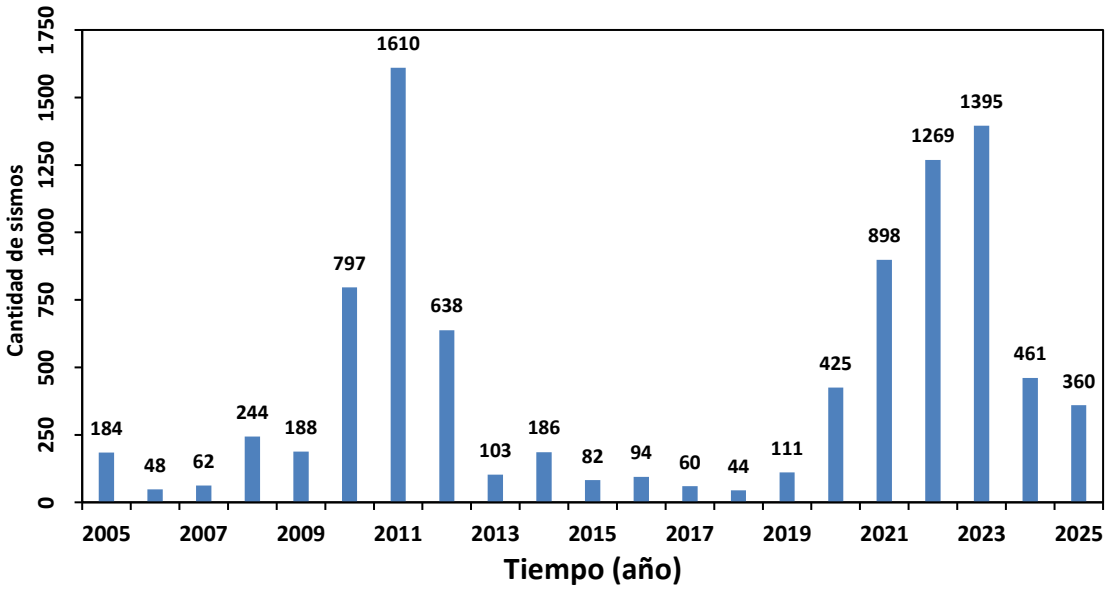


Figura 48. Sismicidad superficial (< 25 km de profundidad) anual en los alrededores de Las Pailas, Borinquen y Rincón de la Vieja desde 2005 al 21 de julio del 2025.

En la Figura 49 se muestra el momento sísmico acumulado, que está directamente relacionado con la energía liberada por los sismos. Se aprecia claramente que la mayor cantidad de energía fue liberada en el primer periodo (2008-2012) en forma de escalones, lo que indica la presencia de enjambres sísmicos. Del mismo modo, el segundo periodo (noviembre del 2020-2023) también muestra un cambio de energía debido a la presencia de constantes enjambres sísmicos sostenidos en el tiempo, pero, en este caso, la liberación de energía es más constante con el tiempo y los escalones no son tan marcados, debido principalmente a que no hay muchos sismos de magnitud superior a M_w 3,0. La energía decae significativamente a partir del 2024.

La sismicidad registrada es predominantemente superficial, con profundidades inferiores a los 15 km, y se caracteriza por tener una baja magnitud momento[1] (≤ 3 M_w), como se muestra de manera gráfica en las figuras Figura 50 y Figura 51.

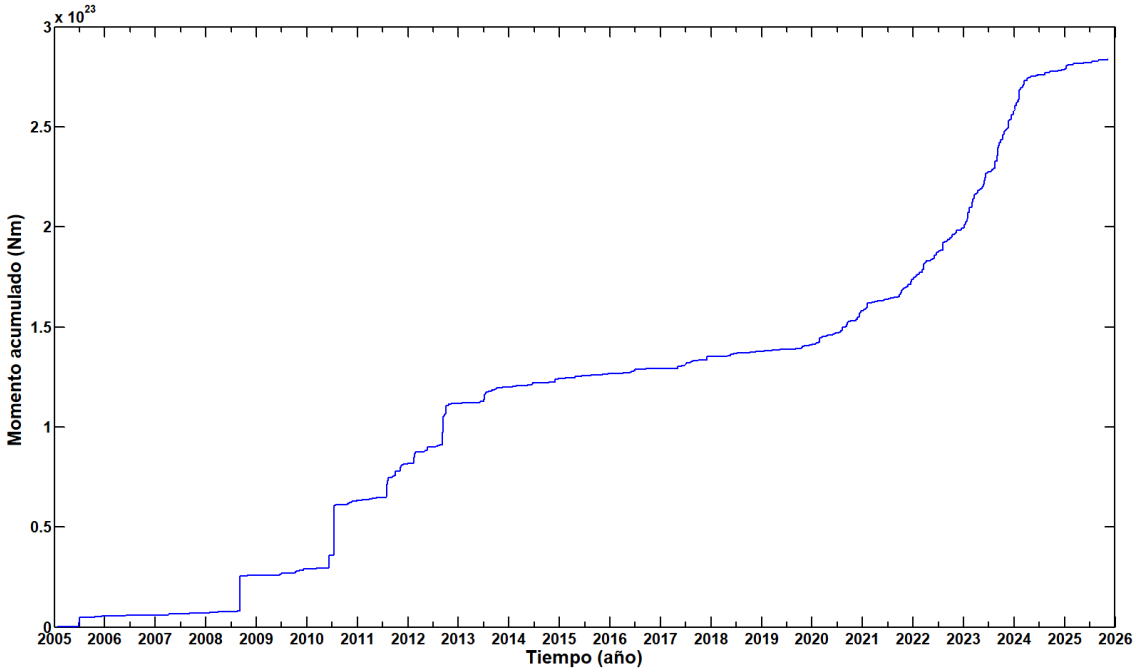


Figura 49. Número acumulado de sismos en los alrededores de Las Pailas, Borinquen y Rincón de la Vieja desde el 2005 al 21 de noviembre del 2025.

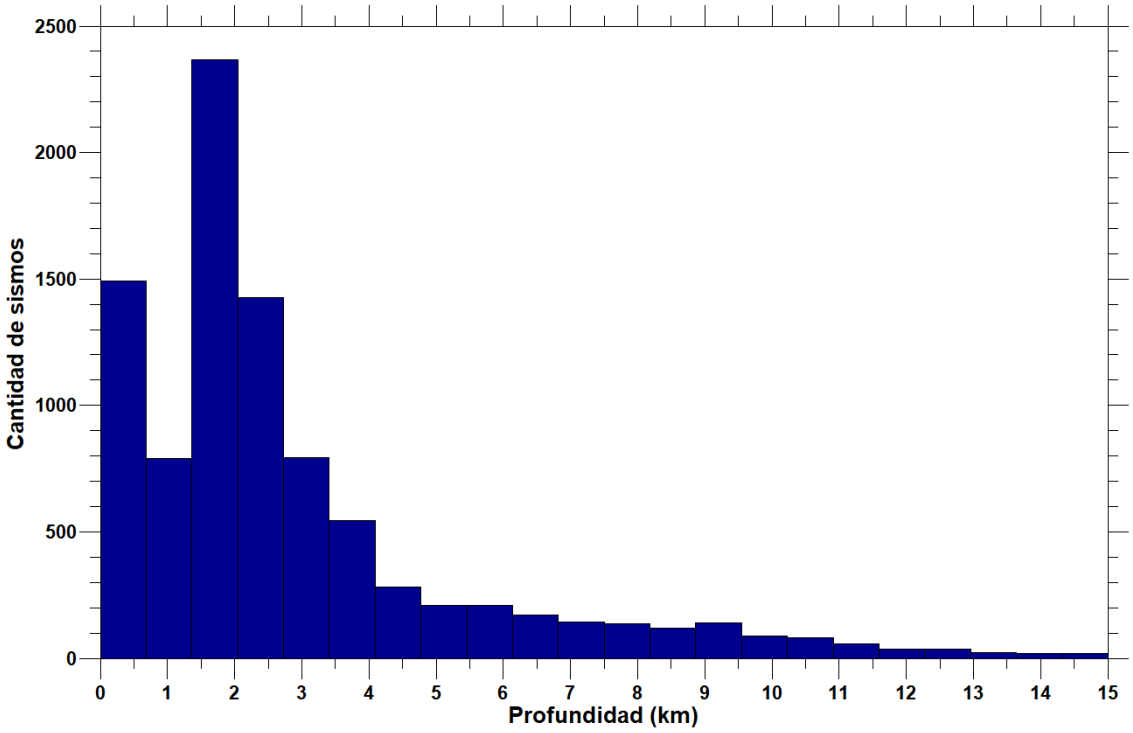


Figura 50. Distribución de la profundidad de los sismos ocurridos durante el periodo del 2005 al 21 de noviembre del 2025 en los alrededores de Las Pailas y Borinquen.

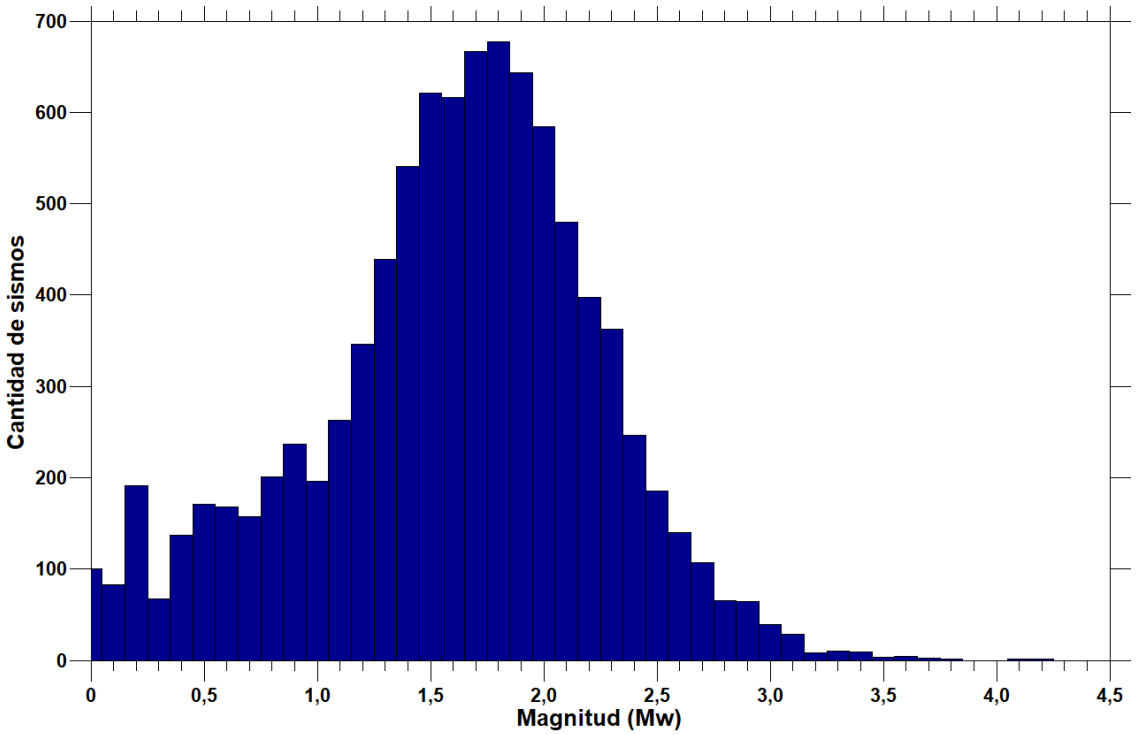


Figura 51. Distribución de la magnitud (Mw) de los sismos ocurridos durante el periodo del 2005 al 21 de noviembre del 2025 en los alrededores de Pailas y Borinquen.

Los microsismos registrados pueden estar vinculados a tres posibles orígenes: 1) un origen tectónico, relacionado con fallamiento local; 2) un origen volcánico, asociado a la dinámica del Rincón de la Vieja, un volcán activo; y 3) actividades antropogénicas.

La Figura 52 presenta la distribución espacial de la sismicidad y muestra claramente que el área es sísmicamente muy activa. Es importante destacar la concentración de sismicidad en las cercanías de Las Pailas y Borinquen, seguida por la sismicidad volcanotectónica asociada al volcán Rincón de la Vieja, que se encuentra al norte de Pailas y al este de Borinquen.

Además, se observa en la misma figura, que la sismicidad es más somera en las zonas de Pailas y Borinquen, con profundidades menores a 3 km, (color amarillo y verde), en comparación con la actividad sísmica en las áreas cercanas a Cañas Dulces, Quebrada Grande y Dos Ríos, donde las profundidades son mayores a 3 km (color azul).

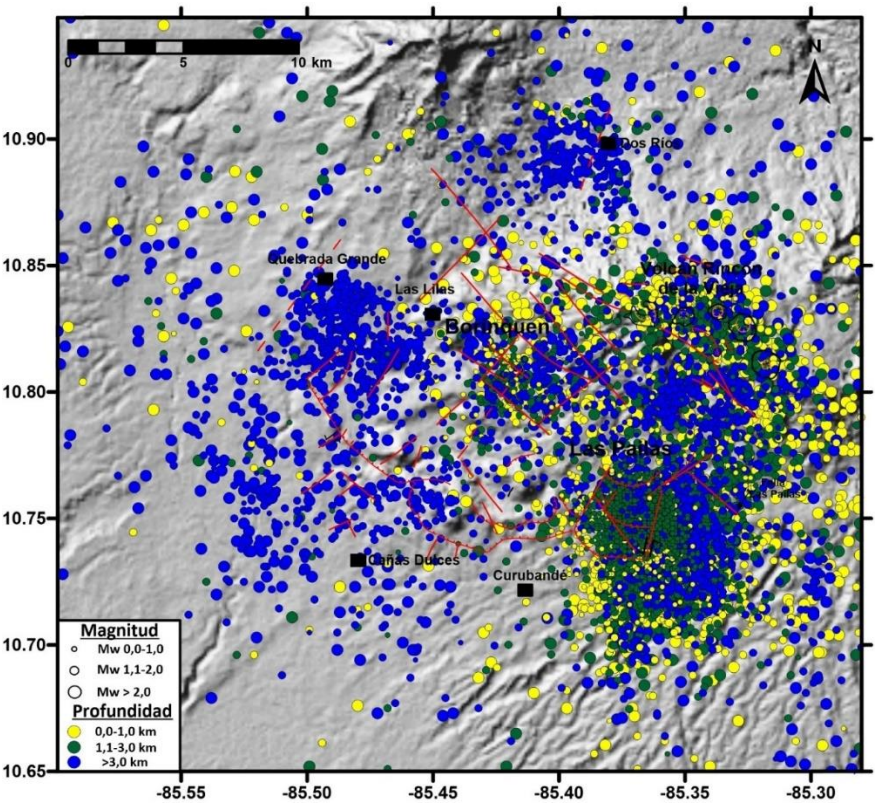


Figura 52. Distribución de la sismicidad en los alrededores de Rincón de la Vieja, y los proyectos geotérmicos Las Pailas y Borinquen durante el periodo 2005 al 21 de noviembre de 2025. Los colores de los círculos indican la profundidad, y el tamaño indica la magnitud del sismo.

Resultados

Microsismicidad para el periodo del 22 de marzo al 21 de julio del 2025

Durante el periodo de análisis, se lograron localizaron 124 microsismos tectónicos y volcanotectónicos dentro del área de estudio, que abarca los alrededores de Las Pailas, Borinquen y el cráter Activo del volcán Rincón de la Vieja. Esto representa un aumento si lo comparamos con el último cuatrimestre, donde se localizaron 76 sismos (del 21 de marzo al 21 de julio de 2025). La distribución espacial de estos sismos se presenta en la Figura 53.

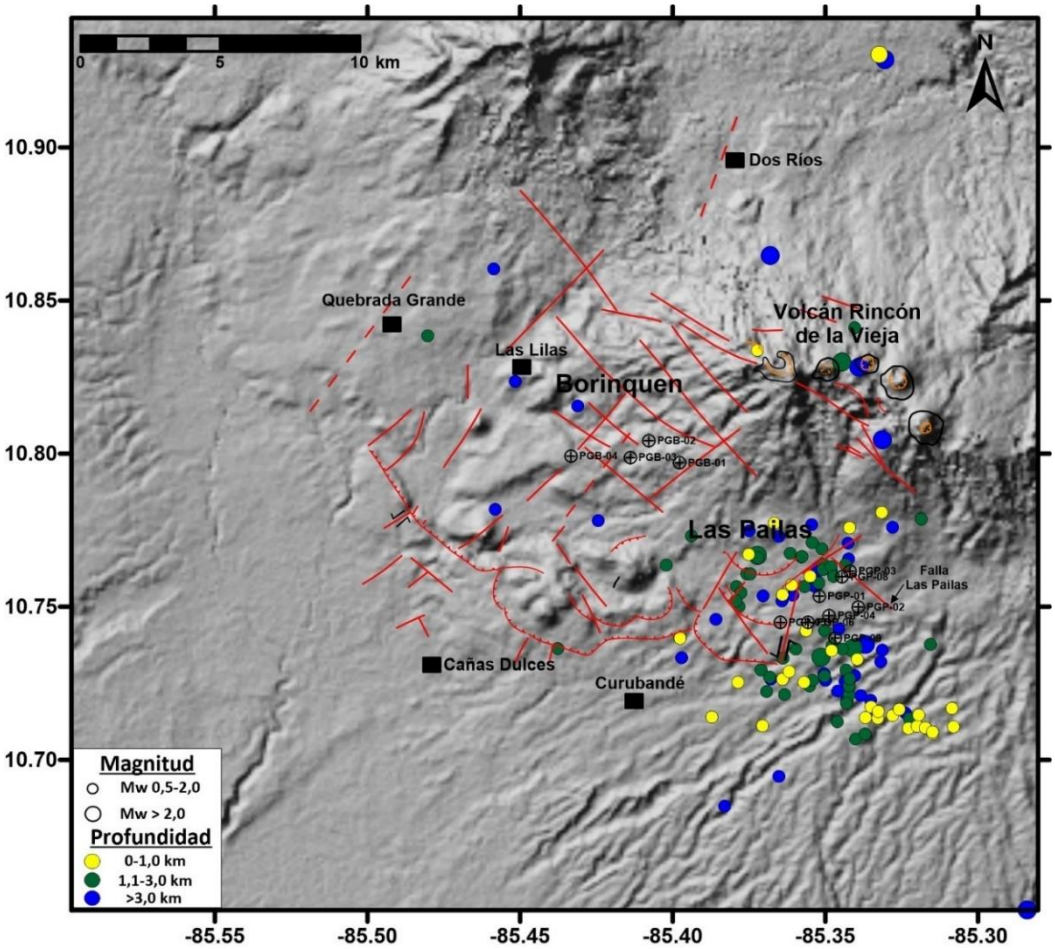


Figura 53. Distribución de la sismicidad en los alrededores de Rincón de la Vieja, y los proyectos geotérmicos Las Pailas y Borinquen del 21 de julio al 21 de noviembre de 2025. Los colores de los círculos indican la profundidad, y el tamaño indica la magnitud del sismo. Los pozos geotérmicos se representan con círculos negros con cruz.

La característica más notable es que la sismicidad que se venía presentando al sur de Las Pailas, comenzó a disminuir desde el 2024 y se observa que actualmente se concentra en Pailas y de una manera dispersa. En este cuatrimestre los sismos más someros (< 1 km, color amarillo) se distribuyen principalmente hacia el sursureste del campo geotérmico.

Propiamente dentro del campo geotérmico Las Pailas más bien hay un predominio de la sismicidad entre 1,1 y 3,0 km (color verde). Los sismos con profundidad > 3,0 km (color azul) se agruparon prácticamente en toda el área de Las Pailas, y unos pocos en Rincón de la Vieja y cerca de proyecto Borinquen. Asimismo, durante el último periodo de análisis, noviembre ha registrado la mayor sismicidad con un total de 68 sismos tal como se muestra en la Figura 54, lo que se puede considerar como un enjambre.

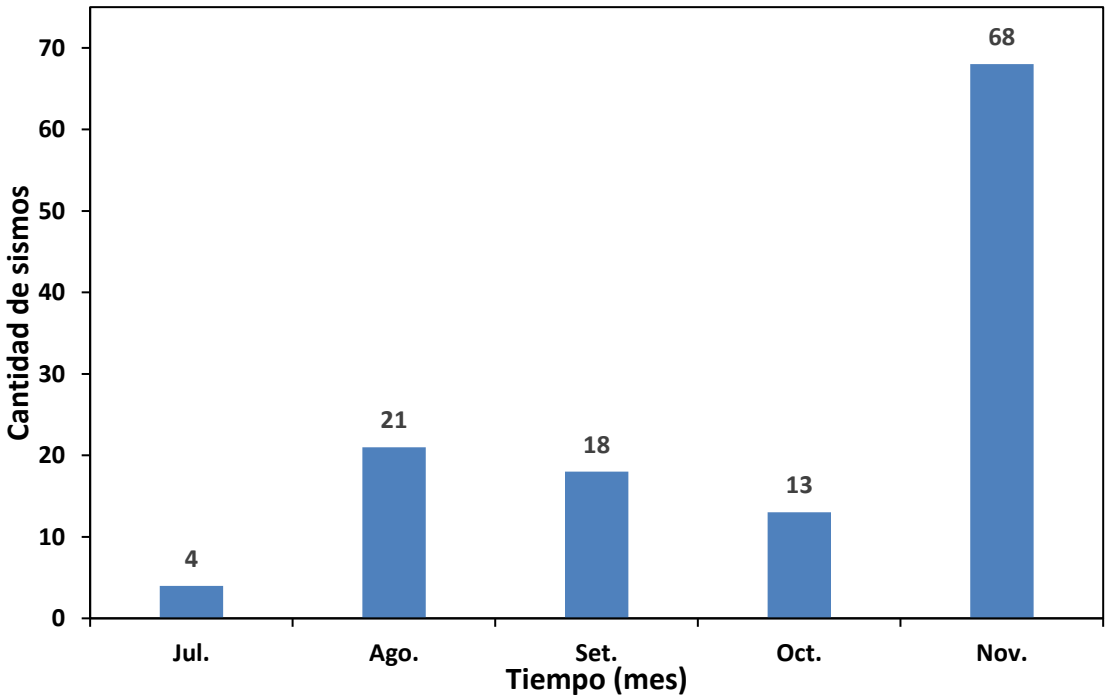


Figura 54. Distribución de la sismicidad superficial por mes en los alrededores de los proyectos geotérmicos Las Pailas y Borinquen del 21 de julio al 21 de noviembre del 2025.

La sismicidad de este periodo se caracteriza por ser somera, con profundidades inferiores a 6 km respecto al nivel del mar. Asimismo, la mayoría de los sismos presentan magnitudes bajas, siendo ≤ 2,5 M_w, como se muestra en la Figura 55.

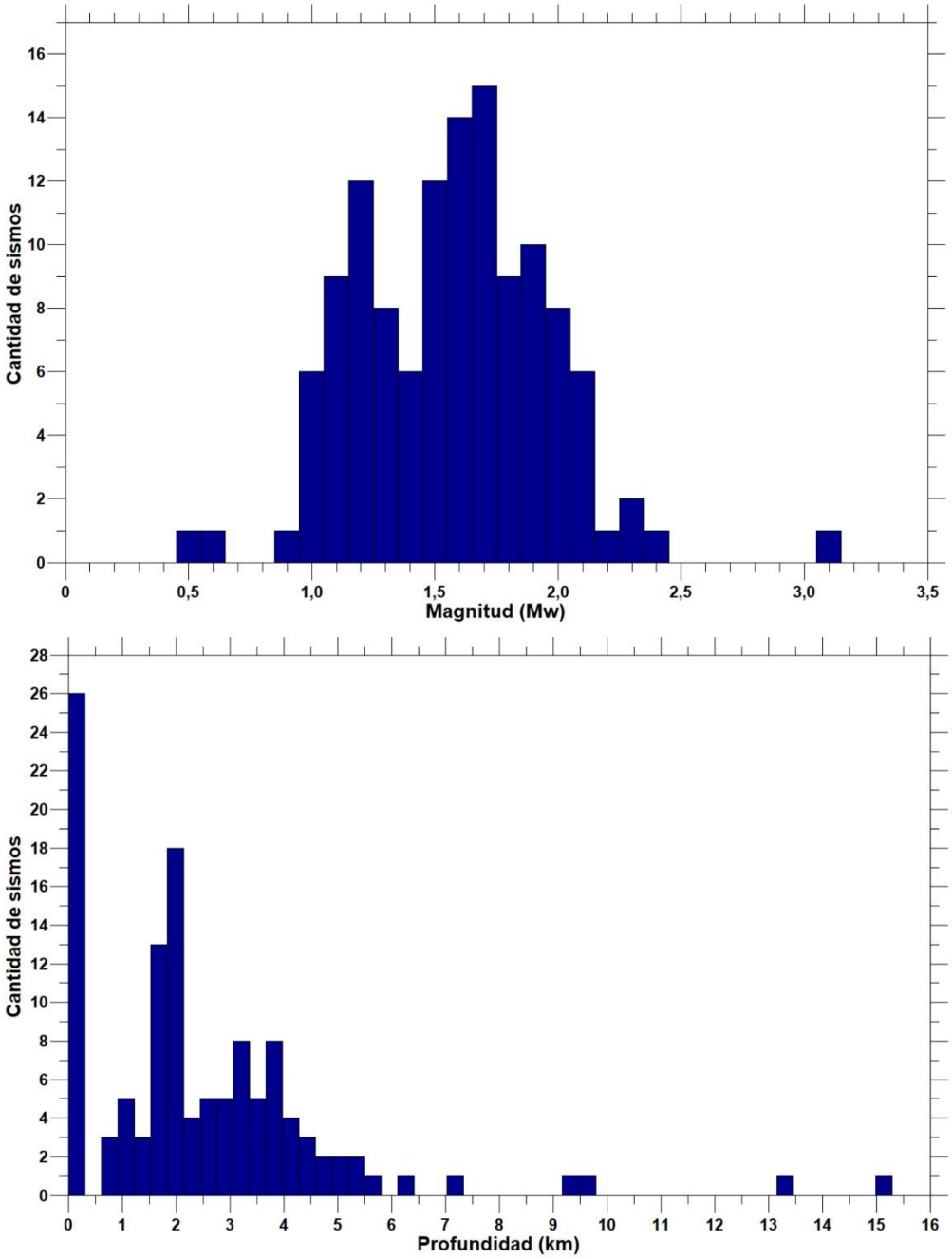


Figura 55. Distribución de la magnitud (Mw) y profundidad de los sismos durante el periodo del 21 de julio al 21 de noviembre del 2025.

Actividad del Rincón de la Vieja del 22 de marzo al 21 de julio del 2025

Desde que se detectaron los primeros indicios de actividad del Rincón de la Vieja en el periodo eruptivo actual (2011 hasta la fecha), la cantidad de erupciones ha aumentado hasta alcanzar su punto máximo en 2016. El año 2023 fue el de mayor ocurrencia de señales sísmicas asociadas a erupciones. Sin embargo, en el 2017 se produjeron las erupciones más energéticas de todo el periodo, ocurriendo en junio, diciembre y mayo respectivamente. Esto marcó la transición

de una actividad freática a una actividad freatomagmática, como se corroboró por la presencia de material juvenil en los sedimentos depositados por los lahares analizados por el OVSICORI. El porcentaje de material juvenil en estos lahares aumentó del 12% en febrero del 2016 al 45% en junio del 2017 (Bakkar & Aguilar, 2018).

Las estadísticas más completas se han obtenido desde el 2014, cuando se puso en funcionamiento la estación sismológica VORI, ubicada a 1,7 km del cráter activo (Figura 56).

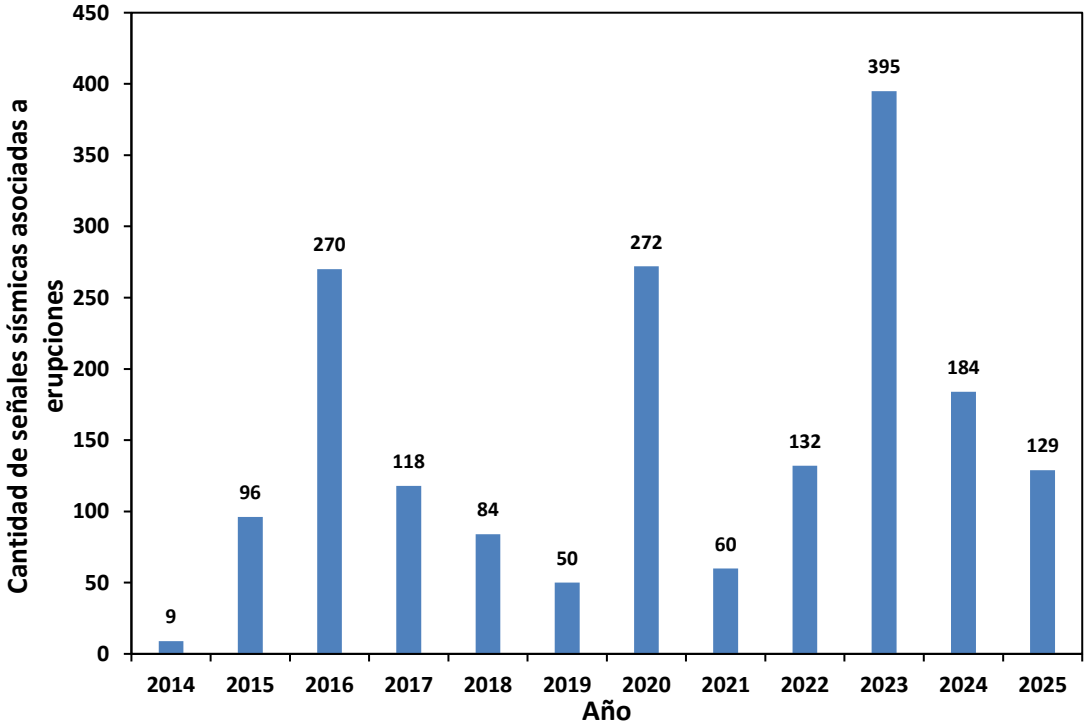


Figura 56. Señales sísmicas asociadas a erupciones desde el 2014 hasta el 21 de noviembre del 2025.

Durante el año 2020, en comparación con los años 2017, 2018 y 2019, se registró un considerable aumento en la cantidad de señales sísmicas asociadas a erupciones freáticas, llegando a niveles similares a los del 2016. En el 2021, la actividad eruptiva fue baja, similar a la del 2019 y a partir del 2022, se observó un aumento en la cantidad de erupciones, y las estadísticas del 2023 indican que se originaron 395 señales asociadas a erupciones, lo que lo hace el año con la mayor cantidad de erupciones desde el 2014. Por su parte, el 2024 contabilizó 184 erupciones y hasta el 21 de noviembre del 2025 ya se contabilizan un total de 124 (Figura 56).

En términos generales, la actividad volcanotectónica se ha mantenido baja en los últimos meses. Las señales de tipo Largo Periodo (LP) en los registros sísmicos de los últimos cinco meses, están relacionadas con el movimiento de fluidos profundo, y aunque se mantienen por debajo de los 21 eventos por mes,

en setiembre tuvo un incremento importante, y posteriormente han ido disminuyendo paulatinamente (Figura 57).

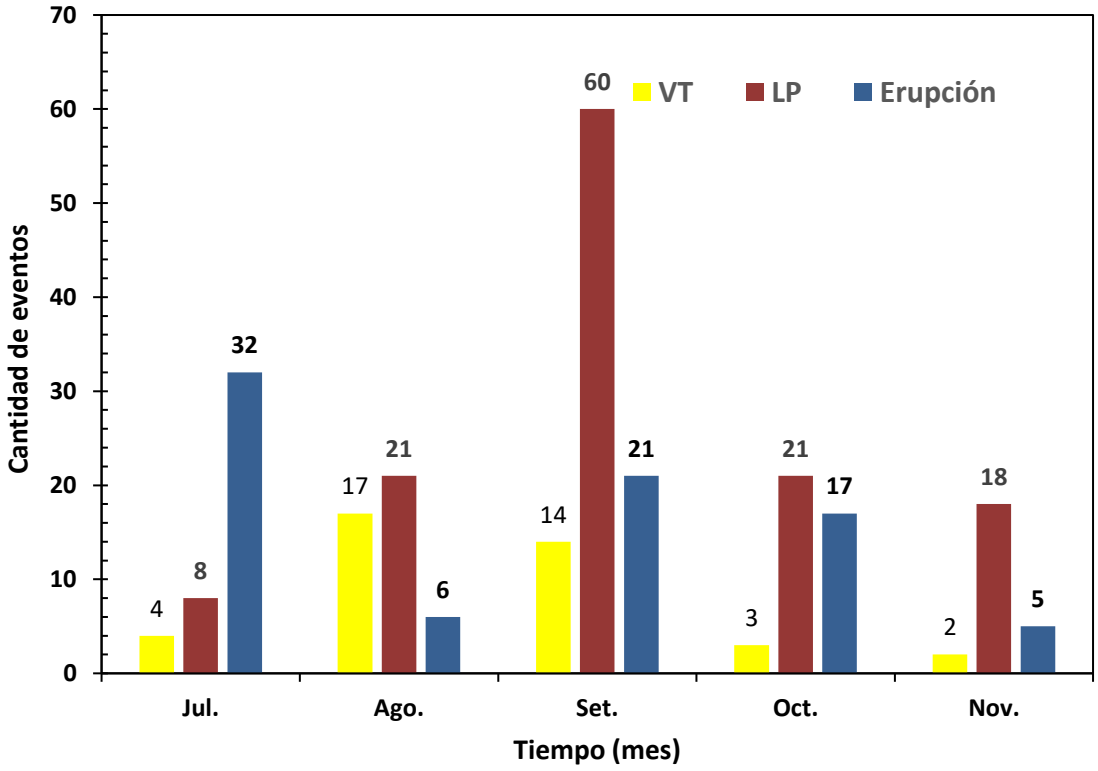


Figura 57. Señales sísmicas en el volcán Rincón de la Vieja durante el periodo julio a noviembre del 2025.

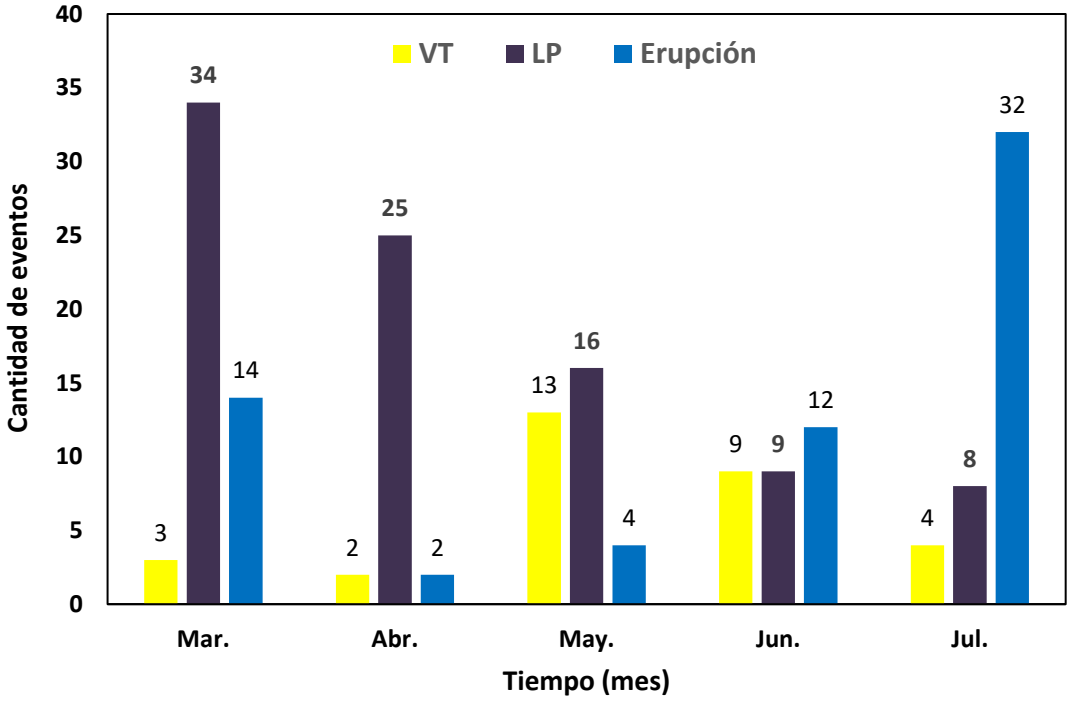


Figura 58. Señales sísmicas en el volcán Rincón de la Vieja durante el periodo julio a noviembre del 2025.

Las erupciones, al igual en que el periodo anterior (Figura 58), han disminuido, y no han provocado flujos de lahares en los ríos Pénjamo y Azul, ni en las quebradas Azufrosa y Zanjonuda porque son erupciones de poca energía. Por su parte, los sismos volcanotectónicos (VT) prácticamente durante los últimos once meses del 2025 han sido escasos, de poca magnitud y en los últimos dos meses solamente se contabilizan cinco, lo que evidencia que el volcán se encuentra en un periodo de quietud.

Las condiciones climáticas de los últimos meses no permitieron realizar la visita al cráter, por lo que en esta ocasión no hay información sobre los cambios en el nivel de la laguna intracratérica, o la condición de las fracturas existentes.

Conclusiones

La actividad sísmica registrada desde el periodo 2005 hasta el 21 de noviembre del 2025 presenta dos momentos destacados de alta sismicidad: el primero ocurrió entre 2010 y 2012, y el segundo se mantuvo desde noviembre del 2020 hasta finales del 2023. Ambos periodos se caracterizan por la presencia de numerosos enjambres sísmicos, siendo el segundo de ellos una actividad constante y continua. El 2023 registró 1295 sismos, lo que lo hace el año de mayor actividad sísmica desde el 2011. La sismicidad comenzó a descender desde el 2024 con un total de 461 y el 2025 únicamente tiene registrados un total de 360 hasta noviembre.

Durante este último cuatrimestre, se observó un aumento en la sismicidad tectónica en comparación con el periodo anterior (76 sismos), registrando en total 124 sismos tectónicos y volcanotectónicos. De manera general, estos sismos presentaron profundidades menores a 3,0 km y magnitudes inferiores a 2,5 Mw.

Por otro lado, la actividad volcánica en el Rincón de la Vieja estuvo en ascenso durante el 2023, manifestándose con un incremento significativo en la actividad eruptiva, pero durante el 2024 y hasta el 21 de noviembre de 2025, la energía del volcán ha disminuido y las erupciones no han provocado lahares. De julio al 21 de noviembre del 2025, se han registrado 129 señales sísmicas asociadas a erupciones, un valor inferior a los periodos anteriores al 2025, donde normalmente se registraban más de 100 a 150 erupciones por cuatrimestre.

Finalmente, los datos recopilados dejan ver la relevancia y dinamismo de la actividad sísmica y volcánica en la región, y los estudios en curso son cruciales para entender mejor los patrones y comportamientos del Rincón de la Vieja y áreas circundantes.

Referencias

Bakkar, H. & Aguilar, I., 2018: Informe de la sismicidad durante el año 2018 en Borinquen, Pailas I - II y el Volcán Rincón de la Vieja. -20 págs. Informe interno ICE.

Medida MFPGB 21. Plan de restauración y estabilización del relieve.

El proyecto actualmente cuenta con dos sitios de escombrera y ambos están siendo revegetados de forma natural, además se tiene el plan de restauración donde se tiene como principio fomentar y fortalecer dicha restauración vegetal, por lo que la cobertura vegetal procedente de los desmontes y limpiezas se colocan en sitios estratégicos para que funcionen como biomasa. En la Figura 59 se puede apreciar la revegetación de forma natural de escombrera 1 lo cual fortalece la estabilidad del terreno.

Figura 59. Revegetación natural de escombrera 1.

.

Medida MFPGB 22. Control de procesos erosivos.

En el proyecto se tienen actualmente 12 295 metros cuadrados de geomanto reforzado colocado en algunos de los taludes. Además, se abarcó más de 30 000 metros cuadrados de taludes mediante la implementación de hidrosiembra y se están monitoreando los resultados de esta práctica para verificar su funcionalidad. (Figura 60).

Figura 60. Crecimiento de vegetación en taludes donde se aplicó hidrosiembra.

Medida MFPGB 23. Manejo y conservación de suelos.

Las acciones de manejos y conservación de suelos se describen en la Medida MFPGB 12.

Medida MFPGB 24. Monitoreo y control de la contaminación del suelo por vertidos de sustancias peligrosas.

El avance en la prevención y tratamiento de derrames de sustancias químicas peligrosas se detalla en la medida MFPGB 13.

Medida MFPGB 25. Operación de plantas de concreto.

Durante el periodo se implementó el plan piloto de recirculación de aguas en la Planta de Concreto, con esto se pretende evitar el vertido de aguas y además la reutilización de sedimentos en otras actividades, aplicando así el principio de económica circular. En la Figura 61 se puede apreciar el sistema de sedimentación implementado y de donde se recircularía el agua.

Figura 61. Sedimentadores para la planta de concreto y lavado de equipos.

Como se mencionó uno de los retos es implementar la reutilización de los sedimentos extraídos del sistema de sedimentación, para esto se implementó lechos de secado (ver Figura 62). Implementando esto se obtendría residuos cero en el proceso de producción de concreto.

Figura 62. Lechos de secado de sedimentos.

El operador de la planta de concreto lleva registros de las limpiezas realizadas a los sedimentadores, dichos registros son revisados en las visitas de seguimiento y regencia ambiental como se puede apreciar en la Figura 63.

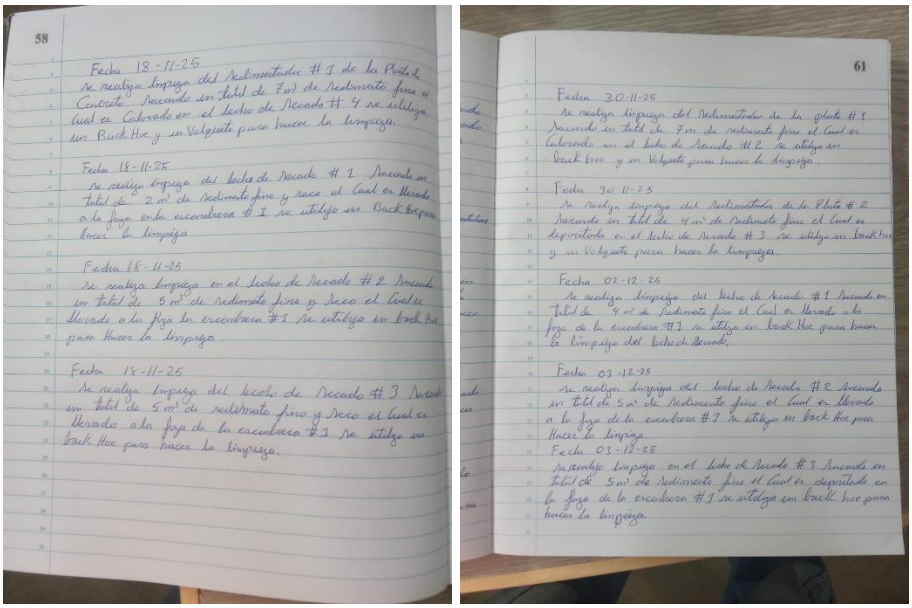


Figura 63. Bitácora de limpieza de sedimentadores de la planta de concreto.

En dicha bitácora también se llevan datos del monitoreo del pH de las aguas del sistema con el fin de tenerlo controlado por controles ambientales y de calidad. Figura 64.

Figura 64. Medición de pH en la salida de agua de la Planta de Concreto.

COMPONENTE BIÓTICO

Medida MBPGB 01. Manejo de cobertura boscosa.

Como se ha venido indicando en los informes anteriores, a partir de la modificación del diseño y ubicación de los sitios de obra del proyecto, aprobada mediante Resolución Nº 2285-2016-SETENA, se optimiza el aprovechamiento del recurso geotérmico y disminuye el área de construcción (huella de obras), todo dentro del Área de Proyecto (Figura 65). La ubicación de las obras procura la menor afectación sobre ecosistemas frágiles (bosque) y árboles correspondientes a especies con estados poblacionales especiales (en veda, peligro de extinción, poblaciones reducidas, entre otros).

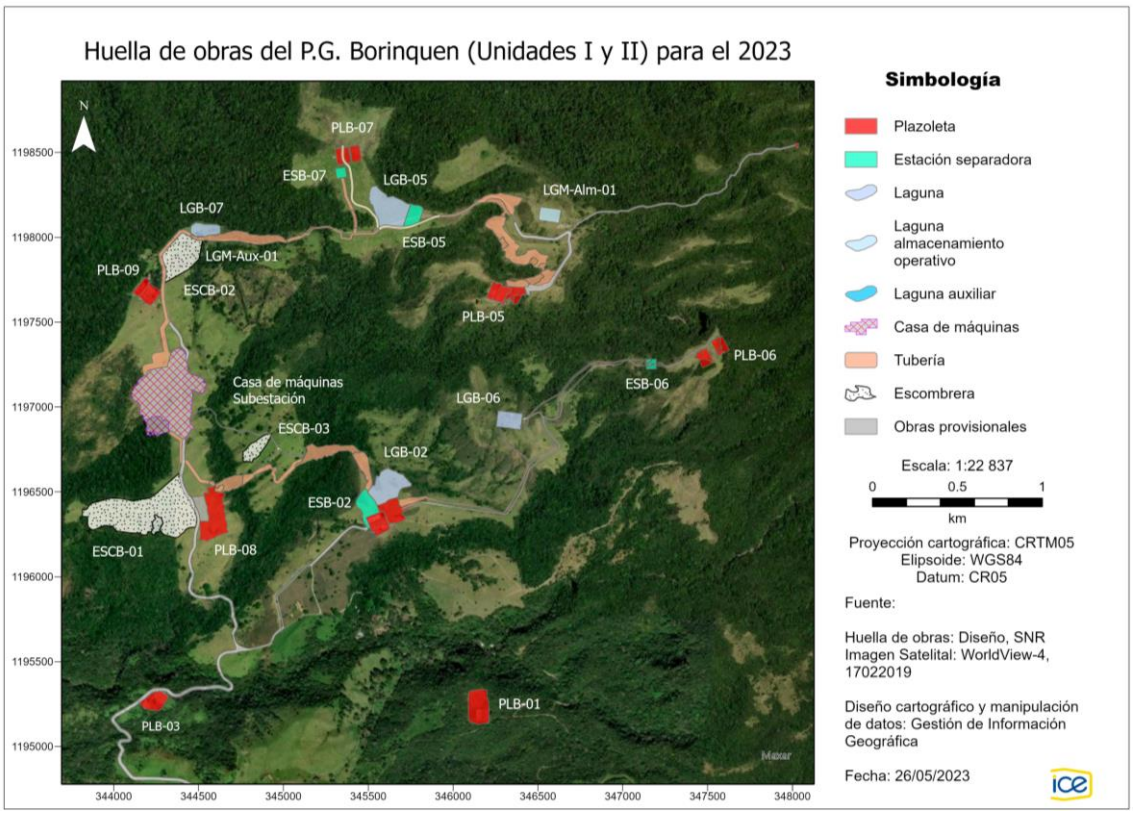


Figura 65. Sitios de obra del Proyecto Geotérmico Borinquen.

El manejo del área boscosa a intervenir y el seguimiento en cada obra se realiza acorde a lo establecido en la Ley Forestal 7575 y su Reglamento, el Reglamento de Regencias Forestales (Decreto N° 38444-MINAE), el Reglamento para el trámite de los permisos y control del aprovechamiento maderable, en terrenos de uso agropecuario, sin bosque y situaciones especiales en Costa Rica (Decreto N° 38863-MINAE) y demás normativa ambiental que regule las actividades de aprovechamiento forestal en el país.

Durante el periodo se realizó el inventario forestal para realizar el trámite de corta de árboles, para los trabajos de la construcción de Puente tubos 2 y 3 y el paso de alcantarilla de la Quebrada Salitral. En la Figura 66 se puede apreciar el proceso de inventario forestal para tramitar el permiso de corta ante el MINAE.

Figura 66. Proceso de inventario forestal para tramite de corta.

Aprovechando el permiso de aprovechamiento obtenido para los trabajos de la omega por la PLB-09 en el periodo anterior se realizó la corta de unos árboles que se encontraban en la entrada de la PLB-09 los cuales fue requerido cortar por los trabajos de un paso ducto en la Figura 67 se puede apreciar este proceso.

Figura 67. Proceso de corta de árboles para los trabajos del paso ducto en la entrada de la PLB09.

Actualmente se encuentran el trámite de cierre los permisos registrados en el periodo anterior y se están ejecutando actividades de corta correspondientes al permiso obtenido para la trocha de la Línea de Distribución interna mediante la Resolución SINAC-ACG-DRFVS-OSRL-R-113-2025. Figura 68.

Figura 68. Proceso de corta de árboles en la LD interna.

Por otra parte, la gerencia de la organización ha girado la directriz de mantener los sitios de potreros con los que cuenta la propiedad del proyecto, esto con el fin de garantizar espacios para futuras obras en la zona, sin la necesidad de cambiar el uso del suelo. Durante este periodo se ha dado continuidad a dichos

mantenimientos de los potreros y sectores como se puede apreciar en la Figura 69.

Figura 69. Mantenimiento de potreros con potencial para futuras obras.

Por otra parte, en cuanto al inventario de flora en el Área de Proyecto, se continúa trabajando en el registro de especies florísticas menores en toda el AP (incluye áreas de bosque que no serán afectadas por las obras), las cuales han sido integradas a la base de datos de composición florística (Figura 70), así como, el registro fotográfico de las mismas. Hasta le fecha, mediante este proceso se mantiene el registro total de 544 especies florísticas, correspondientes a diferentes hábitats, principalmente árboles, hierbas, arbustos y bejucos-lianas (Figura 71).

FLORA DE TODOS LOS SITIOS DE MUESTREO EN LOS CAMPOS GEOTÉRMICOS MIRAVALLES, LAS PAILAS Y BORINQUEN. NOVIEMBRE 2025						PROYECTO		
Nº	ESPECIE (Nombre Científic	FAMILIA BOTÁNIC	NOMBRES COMUNES	HÁBITO	ORIGEN	Las Pail	Miravall	Borinqu
897	*Stigmaphyllon tonduzii*	Malpighiaceae	Sin NC	Bejuco-liana	Nativa			1
898	*Blakea spp*	Melastomataceae	Sin NC	Epífita	Nativa			1
899	*Conyza bonariensis*	Asteraceae	Vira vira	Hierba	Nativa	1	1	1
900	*Hymenandra stenophylla*	Primulaceae	Sin NC	Arbusto	Nativa			1
901	*Encyclia ceratistes*	Orchidaceae	Sin NC	Epífita	Nativa		1	
902	*Anthurium scandens*	Araceae	Anthurio de mazorquita	Epífita	Nativa			1
903	*Euphorbia tithymaloides*	Euphorbiaceae	Pie de niño	Hierba	Nativa	1		
904	*Alternanthera laguroides*	Amaranthaceae	Sin NC	Bejuco-liana	Nativa		1	
905	*Setaria paniculifera*	Poaceae	Zacate de mula	Hierba	Nativa		1	
906	*Setaria germinata*	Poaceae	Cola de zorra	Hierba	Nativa		1	
907	*Browallia americana*	Solanaceae	No me olvides	Hierba	Nativa		1	
908	*Polygala paniculata*	Polygonaceae	Cofalillo	Hierba	Nativa		1	
909	*Blepharodon mucronatum*	Apocynaceae	Sin NC	Bejuco-liana	Nativa	1		
910	*Swietenia macrophylla*	Meliaceae	Caoba	Árbol	Nativa	1	1	
911	*Ipomoea philomega*	Convolvulaceae	Churristate	Bejuco-liana	Nativa	1		

Figura 70. Extracto de base de datos composición florística en el Área de Proyecto del PG Borinquen. Noviembre del 2025.

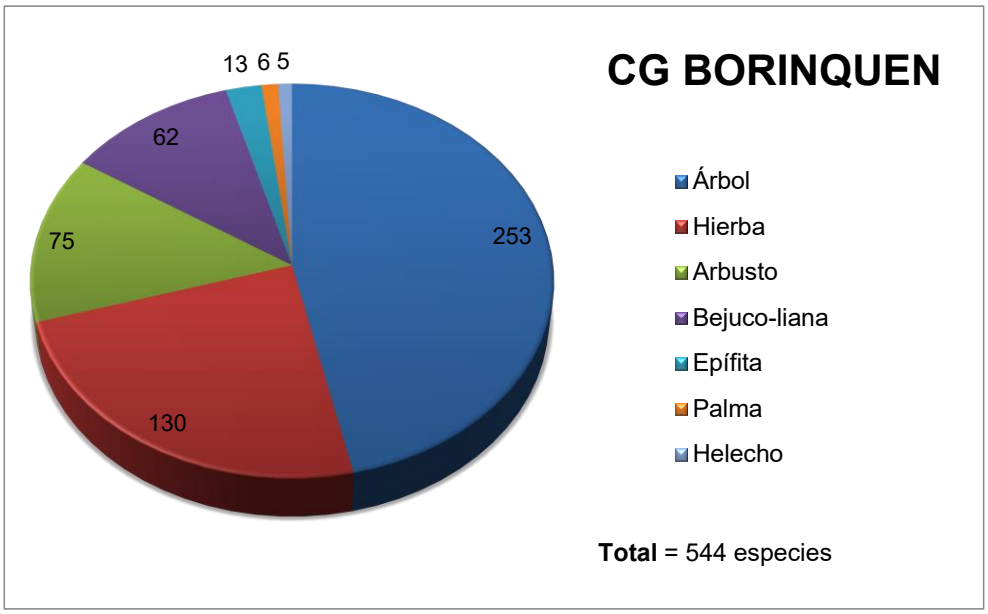


Figura 71. Cantidad de especies florísticas según tipo de hábito registradas en el Área de Proyecto (AP) del Proyecto Geotérmico Borinquen. Noviembre del 2025.

Durante el presente periodo de informe no se realizaron actividades de rescate y reubicación de flora.

Medida MBPGB 02. Plan de restauración de coberturas vegetales.

Como parte de la implementación de acciones de restauración de ecosistemas boscosos en el PG Borinquen, durante el presente periodo de informe se ha trabajado en el control mecánico del pasto brachiaria (*Brachiaria brizantha*), mediante la incorporación de biomasa vegetal generada como residuo a partir del aprovechamiento forestal realizado en el camino municipal. Estos residuos han sido dispuestos a modo de cúmulos a lo largo de áreas identificadas como prioritarias del proceso de restauración (
Figura **72**). Esta actividad propicia la incorporación de biomasa vegetal al suelo, la desecación del pasto por aplastamiento y activa la sucesión secundaria en los sitios intervenidos. Así mismo, los cúmulos de troncos, ramas y raíces fungen como madriguera artificial para la fauna silvestre.

Hasta la fecha, se mantiene el mismo avance del proceso de restauración reportado en el pasado informe: 188 ha de cobertura boscosa en estado sucesional inicial tipo charrales y 82,4 h de cobertura de pasto con árboles y arbustos regenerados (Figura 73).

Figura 72. Vista actual del sitio donde se incorporaron cúmulos de biomasa vegetal al costado este de la plazoleta PLB-09, en agosto del año 2022. Noviembre 2025.

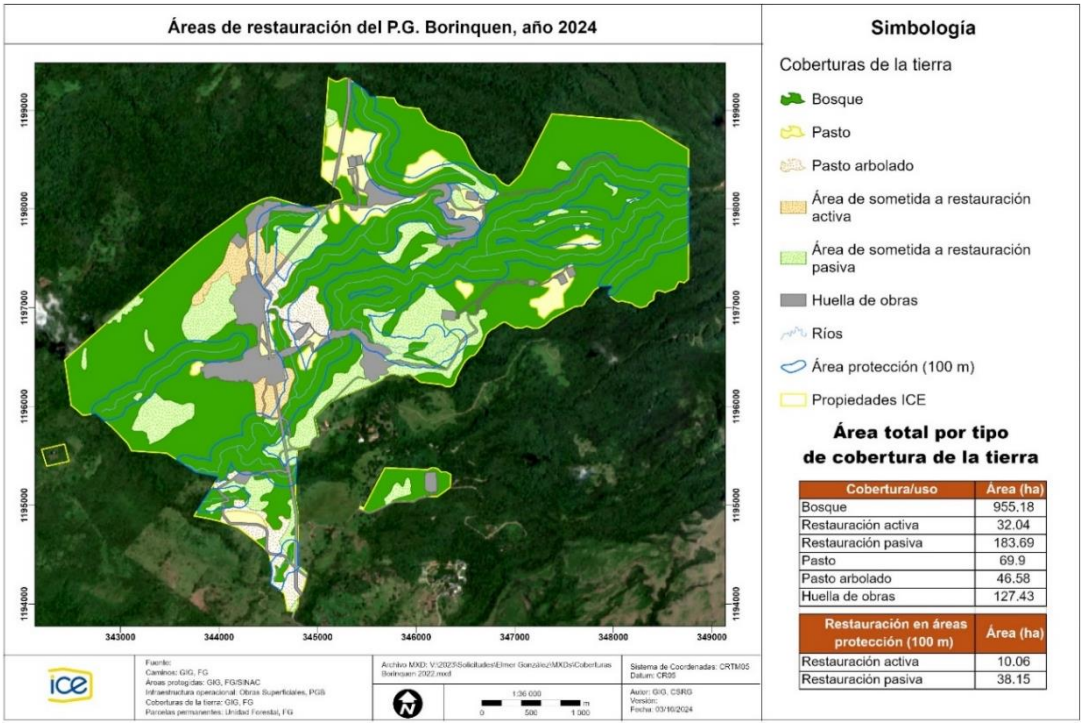


Figura 73. Mapa de coberturas de la tierra del PG Borinquen.

Medida MBPGB 03. Plan de restauración de coberturas vegetales y seguimiento.

La restauración de coberturas vegetales y el proceso de seguimiento y monitoreo serán contemplados en el Plan de restauración y conservación de ecosistemas boscosos en el PG Borinquen para el mejoramiento de la conectividad, descrito en MBPGB 02.

Medida MBPGB 04. Sistemas de sedimentación y Monitoreo de la calidad del agua.

Se cuenta con 10 sitios para el monitoreo de calidad de agua (Cuadro 21) en los cuales se toman muestras para realizar análisis fisicoquímicos (DBO, nitrógeno amoniacal, sólidos, nitratos, conductividad, entre otros), datos directos (pH y temperatura) y se realizan monitoreos de fauna acuática (peces y macroinvertebrados) como bioindicadores de calidad de cuerpos de agua. Los sitios seleccionados están asociados a los accesos de los frentes de obra.

Cuadro 21. Sitios para el monitoreo de calidad de agua en el Proyecto Geotérmico Borinquen.

Sitios para monitoreo de calidad de agua. PG Borinquen			
Sitio	**Coordenada X**	**Coordenada Y**	**Altura**
Río. Tizate arriba	341760	1191557	283
Río. Tizate abajo	341579	1191546	273
Qb. Salitral arriba	344592	1195318	521
Qb. Salitral abajo	344221	1195506	484
Qb. Gata arriba	344723	1195886	544
Qb. Gata abajo	344673	1195841	540
Toma de agua PLB-02	346701	1196705	750
Toma de agua PLB-05	347614	1198201	996
Planta de concreto	344411	1195819	514
Pozo 4	341857	1195642	441
PLB07 abajo	345428	1199129	669
Puente tubo 3	345235	1196763	617

Se tomaron datos en cuatro sitios que han tenido intervención en los últimos meses. Los datos directos de oxígeno disuelto, pH y temperatura no se tomaron en campo debido a que los equipos de medición presentan desperfectos, situación también presentada con el equipo de electropesca para el desarrollo del monitoreo de ictiofauna.

- **Muestreo de macroinvertebrados acuáticos**

Para la colecta de macroinvertebrados en cada punto de monitoreo se tomó un tramo donde aleatoriamente se muestrearon los diferentes microhábitats presentes (sustratos rocosos, orillas con vegetación, sedimento fino) durante 20 minutos usando una red tipo D-Net con malla de 250 µm. En la siguiente figura (Figura 74) se observa el uso de la Red tipo D en un tramo donde predominan rocas sumergidas, presencia de corriente y vegetación en el cuerpo de agua.

Figura 74. Uso de la red tipo D para la colecta de macroinvertebrados acuáticos, río Tizate, Proyecto Geotérmico Borinquen. Agosto 2025.

Con el fin de obtener una muestra representativa, se hizo colecta manual con la ayuda de una pinza (Figura 75), en piedras y material vegetal sumergido, por un tiempo de 20 minutos en cada sitio. El material colectado fue depositado en recipientes plásticos rotulados, preservado con alcohol al 80% y llevado al laboratorio para su posterior separación e identificación hasta el nivel taxonómico de familia. Posteriormente, el material será entregado a la colección de Entomología Acuática del Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica como lo establece la ley vigente.

Figura 75. Colecta de macroinvertebrados acuáticos Puente Tubo 3, Proyecto Geotérmico Borinquen. Agosto 2025.

Para la determinación de la calidad del agua en relación con el aporte de materia orgánica en los sectores analizados, se utilizó el Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) modificado para Costa Rica; índice biótico utilizado como método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como datos cualitativos (presencia/ausencia). Las puntuaciones son determinadas en función de la sensibilidad o tolerancia de diferentes grupos o familias a la contaminación orgánica.

Como lo establece el índice (BMWP-CR), las familias poco tolerantes a la contaminación tienen registros con valores altos y las familias tolerantes tienen registros de valores bajos. Este sistema considera que un cuerpo de agua tiene un alto grado de contaminación cuando los valores obtenidos en el índice son bajos (Cuadro 22). Sin embargo, es importante analizar las variables que influyen en los resultados y la captura de los individuos.

Cuadro 22. Clasificación de la calidad del agua en función del puntaje total obtenido según el índice BMWP-CR.

NIVEL DE CALIDAD	BMWP-CR	COLOR
Aguas de calidad excelente.	>120	Azul
Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible.	101-120	Azul
Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.	61-100	Verde
Aguas de calidad mala, contaminadas.	36-60	Amarillo
Aguas de calidad mala, muy contaminadas.	16-35	Naranja
Aguas de calidad muy mala extremadamente contaminadas.	<15	Rojo

Como parte de las variables fisicoquímicas de calidad de agua no se lograron colectar datos de temperatura, pH y oxígeno disuelto para este periodo, ya que el equipo que cuenta el Proyecto Geotérmico Borinquen se encuentra dañado. Cabe destacar que la compra y mantenimiento de equipo se encuentra en proceso. Así mismo, estas mediciones se realizan de manera trimestral.

Para el análisis de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), y nitrógeno amoniacal, se toman las muestras en campo, son refrigeradas inmediatamente para evitar cambios en la composición de la muestra a causa de la temperatura. Posteriormente se envían al laboratorio para su respectivo análisis. Una vez obtenidos los datos de nitrógeno amoniacal, DBO y oxígeno disuelto se puede aplicar el Índice Holandés para la valoración de la calidad fisicoquímica de la calidad de cuerpos de agua superficiales como lo establece la ley. El cálculo de este permite trasladar información de concentraciones de las variables de mayor importancia en la valoración de la contaminación orgánica en la corriente de agua, como son la demanda bioquímica de oxígeno, el nitrógeno amoniacal y el oxígeno disuelto convertido en porcentaje de saturación de oxígeno por medio

del oxígeno real en el sitio y el valor teórico dado por la temperatura y presión atmosférica, a un código de colores asignado a cada clase.

- **Ictiofauna**

El monitoreo de peces lo realizan tres personas, se utiliza equipo de electro-pesca marca Halltech, con trajes adecuados para el muestreo. Se realizan períodos de descarga eléctrica por sitio de muestreo durante 20 minutos, tratando abarcar la mayoría de los hábitats disponibles en el cuerpo de agua en ese momento. Es importante mencionar que el uso del traje especial para electropesca lo utiliza la persona que trabaja con el equipo, el resto de los colaboradores hacen uso de botas de hule y si ingresan al rio o quebrada el nivel del agua no debe sobrepasar dicho calzado (Figura 76).

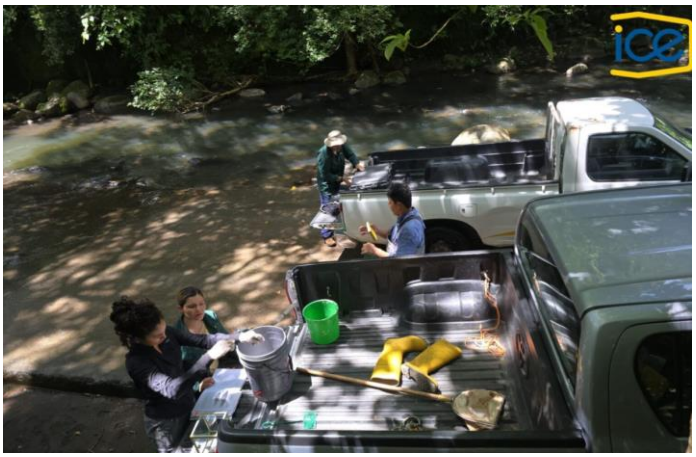


Figura 76. Identificación de los especímenes colectados durante el monitoreo de ictiofauna en el Río Tizate, Proyecto Geotérmico Borinquen, setiembre 2025.

Resultados de macroinvertebrados acuáticos en el periodo de agosto-noviembre, 2025.

La composición taxonómica de macroinvertebrados recolectados en agosto es de 34 familias distribuidas en 674 individuos (Cuadro 23). El punto de monitoreo del Puente Tubo 3 corresponde al sitio con mayor cantidad de individuos (n=89), seguido de la Toma de Agua PLB-05 con 80 individuos. Los valores de colecta pueden llegar a ser bajos debido al esfuerzo de muestreo, ya que solo se cuenta con la disponibilidad de una red, por lo que la cantidad de individuos colectados en un tiempo establecido puede verse influenciada.

La familia más representativa en la mayoría de los sitios muestreados fue Leptohyphidae (n=158) grupo que comparten la presencia de branquias ovaladas adheridas a los segmentos abdominales y cubiertas por la primera branquia modificada por un opérculo, siendo la característica diagnóstica de la familia. Se encuentra en gran variedad de sitios entre ellos, la vegetación sumergida, detritos, fondos arenosos. Algunas especies toleran cierto grado de

contaminación en el agua por lo que son importantes indicadores de los ecosistemas acuáticos con calidad de agua regular (Figura 77).

Figura 77. Individuo de la familia Leptohyphidae, taxón representativo en los monitoreos realizados en agosto del 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Cuadro 23. Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados acuáticos recolectados en el Proyecto Geotérmico Borinquen en agosto del 2025.

Familia	Río Tizate Arriba	Río Tizate Abajo	Río Salitral Arriba	Río Salitral Abajo	Qda. Gata Arriba	Qda. Gata Abajo	Planta de concreto	Toma de agua PLB-02	Toma de agua PLB-05	PLB-07 abajo	Puente Tubo 3	Total general
Asellidae											1	1
Baetidae	1		3			1	3	1	5		9	23
Belostomatidae				1	1			4	2	2	1	11
Blaberidae					1			3	2	5		11
Blephariceridae							1					1
Calamoceratidae					1							1
Calopterygidae	1								2			3
Ceratopogonidae						1			2		1	4
Chironomidae	4		4	1	3	1		11	1	2	5	32
Coenagrionidae			1	2	1							4
Corixidae									1			1
Corydalidae		3		2	3	1	1	1	1		14	26
Decápoda Cangrejos		1					1		1		1	4
Elmidae		7	1	3	16	4	3	2	4	1	8	49
Gerridae			1									1
Gomphidae	8	4	3		1		2		3			21
Hydrobiosidae		1							3			4
Hydropsychidae	1	24	18	10	8	8	8	8	6	1	10	102
Leptoceridae	6	3	11	7	1	7		2	1	9		47
Leptohyphidae	11	17	15	12	14	10	18	11	12	16	22	158
Leptophlebiidae	1				1	1	3	1	1	1		9

Familia	Río Tizate Arriba	Río Tizate Abajo	Río Salitral Arriba	Río Salitral Abajo	Qda. Gata Arriba	Qda. Gata Abajo	Planta de concreto	Toma de agua PLB-02	Toma de agua PLB-05	PLB-07 abajo	Puente Tubo 3	Total general
Libellulidae	2	2	3	2			1		1			11
Naucoridae	1		5	3			1		3			13
Oligochaeta						1						1
Perlidae		2	6	1	7	4	1	6	4	2	3	36
Philopotamidae		9						1	1			11
Ptilodactylidae			2	1	1	4			2	1	1	12
Simuliidae		3	1	11	2		1		3	11	11	43
Stratiomyidae									1			1
Tabanidae	1											1
Thiaridae		1										1
Tipulidae		1		3					7	1	1	13
Turbellaria								5			1	6
Veliidae	3		2		1		1	2	1	2		12
Total general	40	78	76	59	62	43	45	48	80	54	89	674

Al aplicar el índice BMWP-CR según el Reglamento para la clasificación y la evaluación de calidad de cuerpos de aguas superficiales N° 33903-MINAE-S se obtiene que, en el monitoreo realizado en agosto del 2025 de manera general, los sitios presentan valores intermedios, con aguas de calidad regular; en lo que respecta la Toma de agua PLB-05 la calidad del agua fue excelente (Cuadro 24). Cabe destacar que, una muestra poco representativa por sí sola no demuestra un indicador de contaminación ambiental para los cuerpos de agua.

Cuadro 24. Valores obtenidos en los cuerpos de agua monitoreados y detalle de la calidad de agua según el Índice BMWP-CR en el Proyecto Geotérmico Borinquen, agosto 2025.

Sitio	Valor BMWP-CR	Calidad de agua
Río Tizate Arriba	58	Aguas de calidad mala, contaminadas
Río Tizate Abajo	80	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada
Río Salitral Arriba	71	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada
Río Salitral Abajo	73	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada
Qda.Gata Arriba	90	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada
Qda.Gata Abajo	65	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada
Planta de Concreto	78	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada
Toma de agua PLB-05	134	Aguas de calidad excelente
Toma de agua PLB-02	77	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada
PLB-07 Abajo	69	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada
Puente Tubo 3	73	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada

De manera general, los cuerpos de agua monitoreados en PG Borinquen presentan condiciones buenas a nivel cualitativo, son ríos y quebradas limpias que a simple vista no se observan perturbaciones que puedan afectar directamente la condición del agua. Así mismo, al interpretar las categorías de calidad del agua, nos referimos a la integridad del ecosistema acuático, mas no así a su potabilidad.

Resultados del monitoreo de ictiofauna en el tercer periodo, 2025.

Para el monitoreo efectuado en el mes de setiembre, se realizó gracias al apoyo del equipo de Biología para los proyectos de Pailas y Miravalles. La cuadrilla de biología del PG Borinquen aun no cuenta con el equipo respectivo para el monitoreo ya que se encuentra en proceso de compra y adquisición de artículos. En los ríos Tizate, Salitral y Gata se capturaron un total de 29 peces. La especie más común capturada corresponde a la olomina (*Brachyrhaphis olomina*) (n=17), seguida del pez mosquito (*Priapichthys annectens*) (n=8). Esta última mencionada es nativa de Costa Rica, encontrándose en arroyos con corriente variable, donde caza insectos en la superficie. Su estructura bucal está orientada hacia arriba, común en las especies con este tipo de alimentación. *P. annectens* presenta dimorfismo sexual; siendo la hembra más grande. Presenta aletas con borde negro. Tiene un patrón de trama cruzado a lo largo de sus laterales (Figura 78).

Figura 78. Captura de *P. annectens* y toma de datos para el monitoreo de peces. Proyecto Geotérmico Borinquen, setiembre 2025.

Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua en el periodo agosto-noviembre, 2025.

Se efectuó la toma de muestras de aguas superficiales en los ríos localizados dentro del proyecto, en sitios cercanos a futuras obras que eventualmente pueden ser impactados y en el área de influencia del proyecto (Figura 79) (Río Tizate, Río Salitral, Quebrada Gata, Toma de agua PLB05, toma de agua PLB02, Puente Tubo 3, Río abajo PLB 07). Las mismas posteriormente fueron

analizadas en el laboratorio. En el siguiente cuadro (Cuadro 25) se evidencian los resultados de laboratorio de los nueve sitios monitoreados.

Cuadro 25. Resultados de los parámetros fisicoquímicos para la calidad de cuerpos de agua. Proyecto Geotérmico Borinquen, agosto 2025.

Fecha	Sitio	Altura msnm	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto	DBO (mg/L)	Nitrógeno amoniacal (mg/L)	% Sat O
Agosto-2025	Río Tizate Arriba	283	SR	SR	SR	<2	<0,04	SR
Agosto-2025	Rio Tizate Abajo	273	SR	SR	SR	<2	<0,04	SR
Agosto-2025	Quebrada Gata Arriba	544	SR	SR	SR	<2	<0,04	SR
Agosto-2025	Quebrada Gata Abajo	540	SR	SR	SR	<2	<0,04	SR
Agosto-2025	Qbda Gata Planta de Concreto	514	SR	SR	SR	<2	0.27	SR
Agosto-2025	Río Salitral Arriba	521	SR	SR	SR	<2	<0,04	SR
Agosto-2025	Rio Salitral Abajo	484	SR	SR	SR	<2	<0,04	SR
Agosto-2025	Toma PLB-02	750	SR	SR	SR	3,05	<0,04	SR
Agosto-2025	Toma PLB-05	996	SR	SR	SR	2,4	<0,04	SR
Agosto-2025	PLB07 abajo	669	SR	SR	SR	3,55	0,05	SR
Agosto-2025	Puente Tubo 3	617	SR	SR	SR	2,43	<0,04	SR
Agosto-2025	Pozo 4	396	SR	SR	SR	3,42	<0,04	SR

Figura 79. Colecta de muestras de agua en Río Tizate, durante el mes de agosto. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Debido a la falta de equipo, no se lograron tomar los datos de oxígeno disuelto, temperatura, pH y porcentaje de saturación de oxígeno (% Sat O), mismo que depende de los valores de oxígeno disuelto. Por lo anterior, no fue posible la interpretación de la calidad de agua de los sitios a partir del cálculo del índice Holandés. Sin embargo, los datos expresados individualmente en el Cuadro 26 reflejan estar muy debajo de los valores admisibles establecidos por el Reglamento para la Calidad de Agua Potable (Decreto N° 38924-S). Cabe destacar que, los mismos garantizan la potabilidad del recurso hídrico; por lo que, para el caso de cuerpos de agua naturales estos valores se podrían considerarse aceptables para garantizar la salud de los ecosistemas.

Cuadro 26. Resultados adicionales de los análisis fisicoquímicos para la calidad de cuerpos de agua. Proyecto Geotérmico Borinquen, agosto 2025.

Fecha	Sitio	Amonio (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Conductividad (uS/cm)	Sólidos Totales (mg/L)
Agosto-2025	Río Tizate Arriba	<0,05	0,93	2.63	230	836
Agosto-2025	Rio Tizate Abajo	<0,05	0,78	2.5	228	726
Agosto-2025	Quebrada Gata Arriba	<0,05	0,69	6.04	201	270
Agosto-2025	Quebrada Gata Abajo	<0,05	0,73	6.63	202	308
Agosto-2025	Río Salitral Arriba	0,35	<0,50	4.66	178	214
Agosto-2025	Rio Salitral Abajo	<0,05	<0,50	3.67	178	238
Agosto-2025	Toma PLB-02	<0,05	<0,50	1.37	95.5	159
Agosto-2025	Toma PLB-05	<0,05	<0,50	3.49	111	170
Agosto-2025	Qda Gata P. Concreto	<0,05	<0,50	10.5	200	300
Agosto-2025	Pozo 4	0.07	<0,50	5.45	187	212
Agosto-2025	PLB07 abajo	<0,05	<0,50	5.28	149	268
Agosto-2025	Puente Tubo 3	<0,05	0,71	6.26	203	260

Medida MBPGB 05. Monitoreo y control de la contaminación con hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas.

Se realizan monitoreos químicos de aguas superficiales (ríos y quebradas) con el fin de detectar cualquier eventualidad y prevenir afectaciones a la fauna por el uso de aguas jabonosas, productos de limpieza e hidrocarburos. En el Cuadro 27 se detallan los resultados obtenidos del muestreo desarrollado en setiembre 2025 para la determinación de la presencia de sustancias activas al azul de metileno e hidrocarburos (SAAM) (Anexo 3). Para este periodo no fueron contemplados los análisis de detección SAMM, debido a que en el contrato se agotaron los ítems para analizar este parámetro.

Cuadro 27. Resultados de los análisis de contaminantes en los cuerpos de agua monitoreados en setiembre 2025, Proyecto Geotérmico Borinquen.

Fecha	Sitio	Hidrocarburos totales (mg/L)	FRO Gasolina (mg/L)	FRO Aceites (mg/L)	FRO Diesel (mg/L)
set-25	Toma de agua PLB-05 arriba	ND	ND	ND	ND
set-25	Toma de agua PLB-05	ND	ND	ND	ND
set-25	Toma de agua PLB-02 arriba	ND	ND	ND	ND
set-25	Toma de agua PLB-02	ND	ND	ND	ND
set-25	Río Salitral Abajo	ND	ND	ND	ND
set-25	Quebrada Gata Abajo	ND	ND	ND	ND
set-25	Filtro 1 Oficinas	ND	ND	ND	ND
set-25	Filtro 2 Oficinas	ND	ND	ND	ND
set-25	Filtro 3 Oficinas	ND	ND	ND	ND

set-25	Tanque de almacenamiento oficinas	ND	ND	ND	ND

Según los datos obtenidos, los valores de concentración no fueron detectables en los análisis de laboratorio, por lo que se podría esperar que las fuentes de agua se encuentran libres de hidrocarburos. Este análisis fue ejecutado por otro laboratorio de carácter urgente; no obstante, para determinar el parámetro con mayor exactitud y que sea comparable con el Reglamento para la calidad de Agua Potable se requieren de otros análisis que ya se encuentran contemplados en el contrato del 2026.

Medida MBPGB 06. Restauración de cobertura vegetal.

Monitoreo mensual de mamíferos en las áreas intervenidas

Mamíferos terrestres

Transectos

Los recorridos en transectos son una técnica de observación y registro de datos con resultados satisfactorios en la búsqueda de indicios de fauna. Mediante recorridos es posible la observación directa de individuos y permite estimar la riqueza específica y la abundancia relativa del área en estudio.

Para el monitoreo de mamíferos, se realizan muestreos mensuales por medio de búsqueda intensiva a lo largo de los transectos establecidos (Figura 80). Los recorridos son diurnos y nocturnos con una duración de aproximadamente cuatro horas. Se buscan y registran todos los rastros directos e indirectos (huellas, heces, madrigueras, entre otros) de mamíferos y los individuos que se observen en el transecto en un área aproximada a 15 metros hacia cada lado.

Para el monitoreo de fauna silvestre, se cuenta con cuatro transectos (T3, T5, T9 y T22), los cuales están asociados a las áreas de influencia de las principales obras del Proyecto Geotérmico Borinquen I. Los monitoreos en el transecto (T7) se mantienen en curso para plantear la línea base antes del proceso constructivo de Borinquen II.

Figura 80. Monitoreo diurno de fauna silvestre. Proyecto Geotérmico Borinquen, octubre 2025.

Resultados

Durante los recorridos diurnos y nocturnos se contabilizó un total de 225 registros distribuidos en 18 especies.

En la Figura 81 se presenta la cantidad de mamíferos registrados en el periodo por sitio de monitoreo. En general, cabe destacar que, el número de registros es bastante alto para solo tratarse de avistamientos directos ya que los mamíferos son un grupo sensible al ruido y olores, huyendo antes de ser detectados. El transecto 9 demuestra una mayor representatividad predominando el Mono Cariblanco (*Cebus imitator*), Mono Congo (*Alouatta palliata*) y el Mono Araña (*Ateles geoffroyi*).

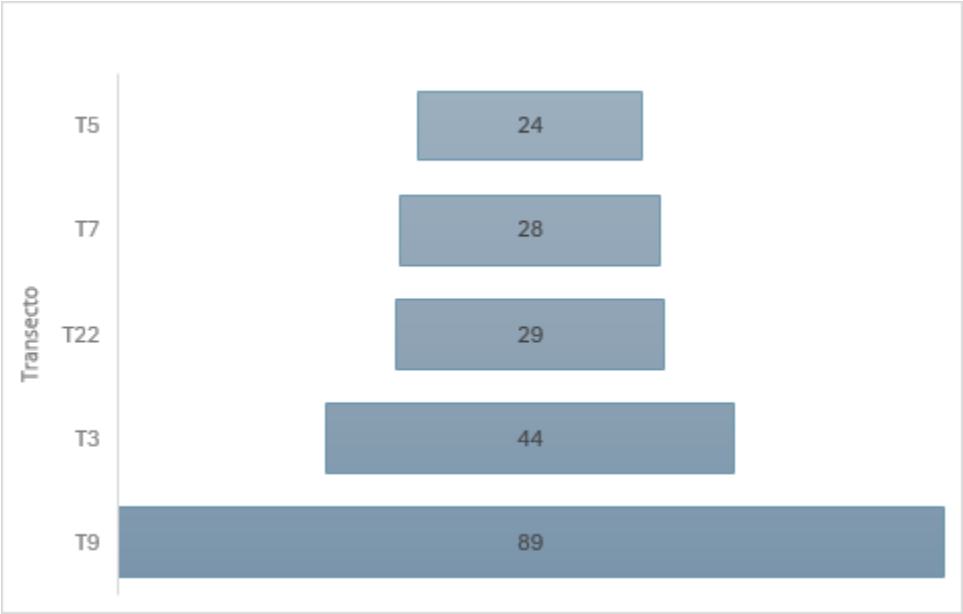


Figura 81. Representación gráfica de la cantidad de mamíferos registrados en los transectos monitoreados durante el día y la noche en el periodo agosto-noviembre 2025, Proyecto Geotérmico Borinquen.

Los registros de mamíferos se lograron identificar a través de avistamiento directo de los individuos o por medio de rastros como huellas, heces o llamados característicos. A continuación, se evidencian resultados de mamíferos identificados durante los recorridos realizados en el día (Figura 82).

Figura 82. Registro de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), rata escaladora orejona (*Ototylomys phyllotis*), y rata vespertina (*Nyctomys sumichrasti*) respectivamente durante los monitoreos diurnos y nocturnos. Proyecto Geotérmico Borinquen.

En este periodo se reportaron cuatro especies que se encuentran en peligro de extinción tales como el mono Congo (*Alouatta palliata*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), danta (*Tapirus bairdii*) y el jaguar (*Panthera onca*) (Figura 83). Los mismos se encuentran regulados por la Ley de Conservación de Vida Silvestre N° 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 40548-MINAE. Además, están incluidos en el Apéndice I y II del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES). En el Apéndice I de CITES se incluyen todas las especies en peligro de extinción. Su comercio está prohibido, salvo en circunstancias excepcionales. Por otra parte, tres de las cuatro especies mencionadas se encuentran catalogadas bajo alguna categoría de amenaza por la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (UICN).

Figura 83. Mono araña (*Ateles geoffroyi*) registrado durante los monitoreos diurnos, especie en peligro de extinción, setiembre 2025.

Cámaras trampa

El uso de cámaras trampa es una metodología efectiva de gran valor para realizar estudios de mamíferos medianos y grandes, ya que permite evidenciar el comportamiento que no puede ser conocido con otra metodología, tales como la actividad que realizaba el animal al ser fotografiado.

Se colocaron dos cámaras trampas marca Bushnell Trophy Cam HD Aggressor en cada transecto, cada una con tarjeta de memoria 32GB con adaptador flash y de 6 a ocho pares de baterías alcalinas, estas se instalan en sitios al azar mediante la selección de cuadriculas (Figura 84). Es importante mencionar que la selección al azar de los sitios donde se colocan las cámaras en PG Borinquen se inició en agosto del 2019, anteriormente se colocaban en sitios estratégicos donde se observaban rastros de mamíferos o cualquier otro indicio.

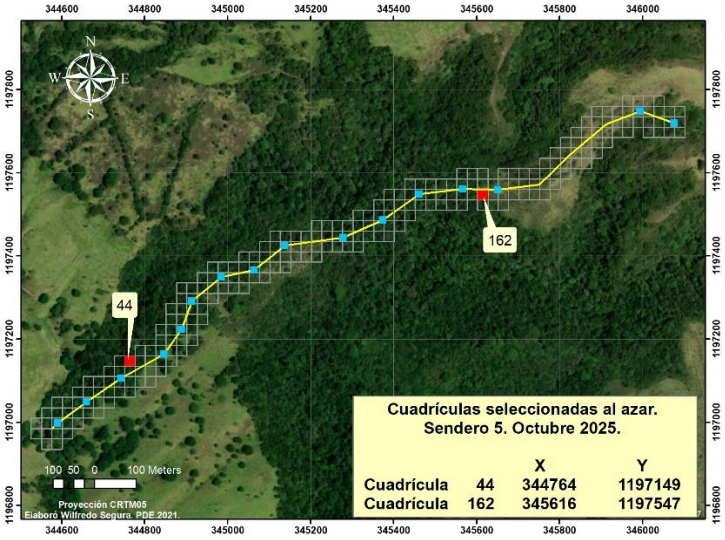


Figura 84. Selección de cuadriculas al azar para la instalación de cámaras trampa, Proyecto Geotérmico Borinquen en el Transecto 5, octubre 2025.

Las cámaras se programaron para que trabajen las 24 horas del día durante 30 días consecutivos y para tomar una secuencia de dos fotos con intervalos de dos segundos a partir de la detección de movimiento. Cada una de las fotografías tiene la información de fecha y hora.

Para la seguridad del equipo se construyó una caja de protección para cada cámara, estas cajas disponen de cadena y candado anti-cizalla para reducir los riesgos de hurto de los equipos. Los dispositivos se colocaron en los troncos de los árboles a una altura aproximada de 30 cm del suelo y se fijaron con cadena. La altura de instalación puede variar dependiendo del objetivo a capturar y según la variación del terreno (Figura 85).

Figura 85. Colocación de cámaras trampa para el monitoreo de mamíferos medianos y grandes. Proyecto Geotérmico Borinquen, agosto 2025.

Resultados

Los resultados correspondientes al monitoreo con cámaras trampa arrojan datos importantes de la presencia de fauna de talla grande en el área de proyecto y zonas con influencia de obras. Para el periodo se registra un total de 14 especies de mamíferos, entre ellos el manigordo, danta, zaíno, entre otras. El análisis incluye los resultados de julio, agosto, setiembre, octubre y noviembre.

Ciertas especies identificadas en el periodo se encuentran en alguna categoría de conservación tanto nacional como global, desde especies amenazadas, en peligro de extinción e incluidas en alguno de los apéndices CITES. Tal es el caso de los felinos cuyo estado de conservación en nuestro país es de importancia y requieren atención al estar presentes en el proyecto.

Para este periodo se identifica la danta (*Tapirus bairdii*) especie de talla grande que se registra constantemente en los sitios de monitoreo y alrededores del AP cerca de Parque Nacional Rincón de la Vieja, además se presentan registros del ocelote (*Leopardus pardalis*), especie también considerada en peligro de extinción en nuestro país protegidas y reguladas por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 40548-MINAE (Figura 86).

Figura 86. Registro de ocelote (*Leopardus pardalis*) y danta (*T. bairdii*) en monitoreo de mamíferos mediante cámaras trampa durante el tercer periodo 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen.

En el Anexo 5 se muestra la lista de especies identificadas por cámaras trampa en el periodo.

Mamíferos voladores

Para el registro de murciélagos se realiza un muestreo mensual donde se utiliza en cada transecto dos redes de niebla de 12 metros de largo por 3 metros de alto; las redes se colocan en sitios previamente evaluados por el equipo de biología con el fin de abarcar distintos ecosistemas presentes para generar un registro más completo.

Estos dispositivos se instalan en campo durante la tarde, se abren a las 18:00 para aprovechar la actividad de especies vespertinas y evitar la captura de aves. Se mantienen activas por un periodo de tres horas, con revisiones cada 5-10 minutos.

Los individuos capturados se identifican en campo por medio de guías y claves taxonómicas, se pesan y se registran datos como hora de captura, largo de antebrazo, sexo, estado reproductivo, parasitismo e información extra que se considere necesaria (Figura 87).

Para la identificación se utiliza la clave de campo para los murciélagos de Costa Rica (Timm et al. 1999) y como documento de apoyo se cuenta con la Guía de Murciélagos de Costa Rica (Laval & Rodríguez, 2002), así como la guía de bolsillo The mammals of Costa Rica (Reid y Gómez, 2022).

Las hembras con crías que se capturen serán liberadas lo más pronto posible para evitar niveles de estrés que afecten el desarrollo de la cría. Si la hembra es

identificada fácilmente por el investigador, se registrará la especie y el dato formará parte importante de registros reproductivos y riqueza de especies.

Figura 87. Instalación de redes de niebla. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Resultados

En el presente informe se exponen los resultados de los meses de julio, agosto, setiembre, octubre y noviembre. En el periodo se capturaron un total de 115 individuos distribuidas en 18 especies, siendo los más comunes el murciélago frugívoro de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*) (n=33), seguido de los murciélagos frugívoros de cola corta *Carollia sowelli* (n=18) y *Carollia subrufa* (n=13). Para este periodo se registra un individuo del vampiro común *Desmodus rotundus*. Especie muy común en ambientes con alta presencia de mamíferos de mediano a grande tamaño. Cabe destacar que es el único de los tres vampiros que se alimenta de sangre de mamíferos. En la Figura 88 se incluyen algunos de los registros en el periodo.

Figura 88. Registro del murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*) y murciélago de hombros amarillos (*Sturnira parvidens*), octubre 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen.

En el Anexo 4 se incluye el listado de especies identificadas en los monitoreos de murciélagos durante el periodo.

Micromamíferos

Se realiza un muestreo mensual de micromamíferos (ratones, ratas y musarañas) durante cinco días consecutivos a lo largo de los transectos en los sitios de muestreo para determinar la riqueza y abundancia de las poblaciones por medio de la identificación de las especies. La técnica utilizada es la de captura por medio de trampas Sherman (Figura 89); los individuos que se capturen se les realiza un registro morfométrico, se pesan e identifican, se registra el sexo y por último se liberan en el mismo sitio donde fueron capturados. Las trampas de captura deben revisarse estrictamente a diario esto para evitar la mortalidad de individuos por estrés. Para la identificación de individuos se utiliza la Guía de campo para los mamíferos de América Central y el Sureste de México (Reid, 1997).

Se utiliza un cebo compuesto por avena, mantequilla de maní, vainilla, manteca y maíz triturado, el cual es sustituido cuando se considere necesario. Cada trampa es colocada en los puntos de conteo que constituyen un el sendero, y marcada con una banderilla de color para evitar pérdidas y tener control de la distribución espacial de las mismas. Asimismo, se utilizan guantes para la manipulación de las trampas, bolsas para transportar las que fueron activadas y lavarlas únicamente con agua después de ser retiradas del campo.

Figura 89. Colocación de trampas Sherman para el monitoreo de micromamíferos, agosto 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Resultados

Actualmente se realiza el monitoreo de micromamíferos cumpliendo con el protocolo para el trabajo con roedores enviados por el personal del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) creado para investigadores que trabajen con este grupo en Costa Rica.

En el monitoreo efectuado en el segundo periodo se obtiene la captura de siete ratones correspondientes a las especies del ratón semiespinoso de Salvin (*Heteromys salvini*), la rata algodonera (*Sigmodon hirsutus*) y la rata arrocera negridorada. El ratón semiespinoso de Salvin es una especie que habita el bosque seco con charrales, principalmente donde las condiciones climáticas son estacionales. Presenta una dieta granívora e insectívora ocasionalmente. Según la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 40548-MINAE se encuentra en el listado de especies con población reducida (Figura 90).

Figura 90. Toma de medidas morfométricas del ratón semiespinoso (*H. salvini*) en monitoreo de micromamíferos. Proyecto Geotérmico Borinquen, setiembre 2025.

Medida MBPGB 07. Monitoreo y control de atropello y estrés de mamíferos.

Con el objetivo de identificar las zonas de paso de fauna terrestre y arborícola se recolecta información a través de la búsqueda directa, así como registros indirectos cerca de los accesos a frentes de obra. Además, para enriquecer los resultados de cruces de fauna, se registran los avistamientos de mamíferos cruzando caminos del PG Borinquen tanto por medios terrestres como por medios arborícolas. Aunado a esto se desarrolla semanalmente un recorrido para la recolecta de datos de atropellos.

Por otra parte, se realizan visitas por los sitios donde se han registrado tropas de monos, pizotes, zaínos para conocer la fauna arborícola de los diferentes sitios.

Con estos insumos, podremos enfocarnos en las medidas ambientales para mitigar el impacto de las carreteras, tuberías y líneas de distribución.

Resultados de identificación de cruces de fauna terrestres y arborícolas mediante cámaras trampa

La instalación de cámaras trampa en los caminos para identificar cruces de fauna silvestre inició en agosto del 2019, actualmente el área de estudio se dividió en ocho tramos que se han monitoreado con resultados exitosos. En este periodo, la instalación de cámaras trampa no fue posible, debido a que la cantidad de equipo con el que se dispone es insuficiente. Cabe destacar que el mismo se encuentra en proceso de compra.

Resultados de avistamientos de fauna silvestre en diferentes sitios de obra

En los sitios de obra, se registra de forma constante la presencia de fauna silvestre. A partir de estos registros, se suman un total de 62 avistamientos en áreas de construcción y con vegetación periférica conformada por 35 especies (Figura 91). Las especies con mayor cantidad de registros son el pizote (*Nasua narica*) con 20 avistamientos y la boa (*Boa imperator*) (n=4). Tales registros son de importancia para priorizar sitios de monitoreo y futuros puntos de establecimiento de cámaras trampa. Cabe destacar que 5 de las especies registradas, se encuentran en alguna categoría de conservación por la Ley de Conservación de Vida Silvestre N° 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 40548-MINAE. Asimismo, están incluidos en los apéndices del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).

Figura 91. Registro de avistamiento de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y boa (*Boa imperator*), especies en categoría de amenaza en sitios de obra durante el periodo de agosto-noviembre 2025 Proyecto Geotérmico Borinquen.

En el Anexo 4 se muestra la lista de las especies de fauna silvestre registrada por avistamientos.

Resultados de atropellos

Durante el periodo se registran 16 animales atropellados, cinco de los mencionados fueron reportados en los caminos internos del PG Borinquen, mientras que el resto ocurrieron en caminos del área de influencia (Figura 92). Esto puede ser provocado por no respetar los niveles máximos de velocidad permitidos, así como por un aumento en la actividad vehicular dentro del proyecto.

Algunos de los datos que se registran a la hora de efectuar el monitoreo son fecha, especie, coordenadas geográficas, altura y una descripción del entorno para conocer las coberturas o usos del suelo aledaño al atropello.

El mayor número de animales atropellados registrados para este periodo son los reptiles y anfibios los que mayormente sufre muertes por atropellos; se conoce que en algunas ocasiones es intencional debido al rechazo que tienen las personas hacia las serpientes principalmente. Sin embargo, los anfibios son también un grupo afectado por el rechazo de las personas, especialmente los sapos y las serpientes.

Figura 92. Registro de atropellos de fauna silvestre, Proyecto Geotérmico Borinquen.

Propuesta para medidas de mitigación asociadas a caminos

Fauna terrestre

Con el análisis de los resultados de la línea base, se obtiene que los tramos utilizados para la identificación de cruces de fauna han permitido registrar especies de mamíferos de talla grande y talla pequeña. En la siguiente figura se observa de color amarillo los sitios donde se tiene cruces de mamíferos, se puede apreciar que los avistamientos están asociados a las áreas con mayor cobertura boscosa, pasos de ríos y quebradas (Figura 93).

Mamíferos de talla grande como dantas se conocen tres sitios utilizados como cruces, mientras que para felinos se han identificados al menos 10 sitios algunos de ellos recorren diferentes sectores entre el Río Salitral, Quebrada Gata,

Quebrada Tencha, y hacia el sector noreste las zonas de mayor cobertura boscosa tal.

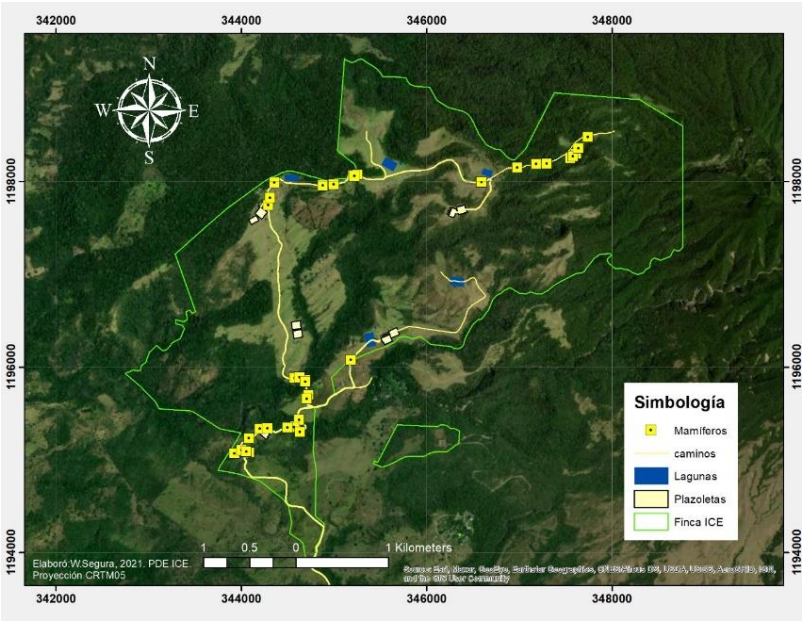


Figura 93. Cruces naturales de mamíferos terrestres dentro del Proyecto Geotérmico Borinquen.

A partir de lo anterior, se implementaron rótulos en los caminos internos del proyecto (Figura 94). Los puntos fueron seleccionados previamente a partir de los sitios ubicados en la figura anterior. Adicionalmente, se están valorando otras medidas ambientales como el establecimiento de reductores de velocidad y la implementación de pasos de fauna arbóreos, así como subterráneos. Sin embargo, para establecer estos dispositivos se requieren criterios constructivos, topográficos y de diseño, a esto se le suma la gestión del presupuesto y proceso de compra del material para su construcción.

Figura 94. Rotulación presente en los caminos internos PG Borinquen.

Medida MBPGB 08. Plan de manejo de residuos sólidos ordinarios, interacción con fauna silvestre en sitios de obra.

Modificación de hábitos alimenticios

La presencia de alimentos que quedan expuestos, comida en los recipientes o en zonas verdes y la mala separación de residuos son los motivos principales para que los animales silvestres que visitan los frentes de trabajo busquen de alimento fácil, repercutiendo en la salud de los animales, representando un riesgo y molestia para el personal que labora en el proyecto. Una vez los animales se vuelven dependientes de la comida, presentan comportamientos de agresividad para obtener "comida fácil", alterando sus patrones naturales, perdiendo así la capacidad de buscar su propio alimento. Por esta razón, la visita de fauna silvestre se vuelve recurrente.

Para reducir este impacto, se han implementado diferentes formas de abordaje:

1. Rotulación: Para concientizar a los trabajadores del Proyecto se han instalado en todos los sitios de obra rótulos que prohíben la alimentación de fauna silvestre (Figura 95).

Figura 95. Rótulos instalados en sitios de obra. Proyecto Geotérmico Borinquen.

2. Rutas de inspección: Semanalmente se hacen visitas a los frentes de obra para revisar la separación de residuos y hacer recomendaciones a los encargados de obra (Figura 96). Estas recomendaciones son canalizadas con el encargado de Gestión Ambiental.

Figura 96. Revisión de estaciones separadoras de residuos. Proyecto Geotérmico Borinquen, noviembre 2025.

Cacería

Durante el periodo se registra la presencia de perros de cacería, animales que por su raza son utilizados como herramientas para la práctica de caza. Por lo anterior contempla el desarrollo de charlas informativas para tratar de reforzar el respeto y valor hacia la vida silvestre, y que se puedan mitigar prácticas ilegales que atenten contra el equilibrio de los ecosistemas.

Actualmente, existe rotulación en todos los sitios de obra acerca de las prácticas prohibidas y sancionadas por la Ley de Conservación de Vida Silvestre N° 7317. (Figura 24). Así mismo, se mantiene relación directa con el Área de Conservación Guanacaste el cual ha estado interviniendo en el área del proyecto para la realización de patrullajes, y de esta forma reforzar la seguridad del área.

Figura 97. Rótulos instalados en las pizarras informativas y sitios de importancia en los frentes de trabajo dentro del Proyecto Geotérmico Borinquen.

Rescates de fauna silvestre

Previo al inicio de las obras, se hace una búsqueda de fauna para ser reubicada en otras áreas sin intervención.

Anfibios y reptiles: se realiza una búsqueda intensiva de los individuos en vegetación, hojarasca, huecos y troncos que son hábitat para muchas especies, se capturan para ser trasladados a sitios seguros. Las lagartijas, sapos, ranas y serpientes no venenosas, considerados de menor riesgo para los trabajadores son liberados en sitios previamente definidos y evaluados. Las serpientes venenosas son capturadas y trasladadas a sitios profundos de bosque primario intervenido, lejanos a los sitios de obra por seguridad de las personas.

Para la manipulación y búsqueda de serpientes venenosas se utilizan ganchos, pinzas herpetológicas y balde, es importante tener en cuenta el peligro que representa esta labor, por tanto, el uso de calzado de protección adecuado es indispensable. Para la manipulación de anfibios es necesario utilizar guantes de látex y cambiarlos cada vez que maneje un individuo ya que algunos patógenos peligrosos o secreciones tóxicas de la piel pueden ser transferidos fácilmente de un animal a otro. En caso de encontrar algún individuo con algún tipo de lesión se procede a realizar la consulta al Médico Veterinario del Centro de Rescate asociado para valorar la situación y de ser una lesión que amerite revisión médica será llevado al Centro de Rescate correspondiente.

Mamíferos: se realiza búsqueda de individuos, se revisan madrigueras y comederos con el fin de identificar sitios prioritarios de atención para las etapas de rescate. Debido a que los mamíferos son animales con mayor facilidad de desplazamiento se efectuará una intervención directa sobre los hábitats y así puedan migrar a áreas seguras, igualmente durante la etapa de corta. Los individuos que no puedan huir, o que se encuentren expuestos a algún riesgo o sufran alguna lesión que necesite atención médica serán capturados manualmente para ser transportados al centro de rescate. Para el desarrollo de estas labores el equipo de biología cuenta con la vacuna antirrábica, guantes de lona y cuero, así como jaulas para un transporte adecuado.

Aves: este grupo tiene gran capacidad de huir ante cualquier disturbio. Se rescatan aquellas que resulten con algún golpe o herida durante alguna de las etapas y serán trasladadas al centro de rescate establecido. Se realiza la búsqueda de nidos, los cuales se revisan para saber si están siendo utilizados, abandonados o en proceso de elaboración. De encontrarse alguno en uso es removido a un sitio cercano y seguro ya que existen probabilidades de que los padres localicen los pichones mediante el canto. En caso de que los padres no localicen el nido se considerará recoger los pichones y trasladarlos ya sea al Centro de Rescate o a las instalaciones con que el área de Biología cuenta para vigilancia y atención a fauna rescatada.

Resultados

Durante el periodo se rescataron un total de 320 individuos distribuidos en 59 especies. El grupo con mayor incidencia fueron los anfibios con 184 individuos, seguido con los mamíferos de menor tamaño (n=82), reptiles (n=73) y aves con ocho individuos. Cabe destacar que 281 rescates fueron realizados en los pozos arqueológicos que se encuentran en apertura para el previo movimiento de tierra a lo que corresponde la plazoleta 07 (**Figura 98**).

A través de la ejecución de rescates de vida silvestre para este periodo se registra por primera vez en el área del proyecto, la presencia de la rana arborícola narizona (*Scinax boulengeri*), especie mayormente común durante la época lluviosa cerca de aguas estancadas en bosques primarios, secundarios o pastizales. La misma puede estar presente en ambientes alterados.

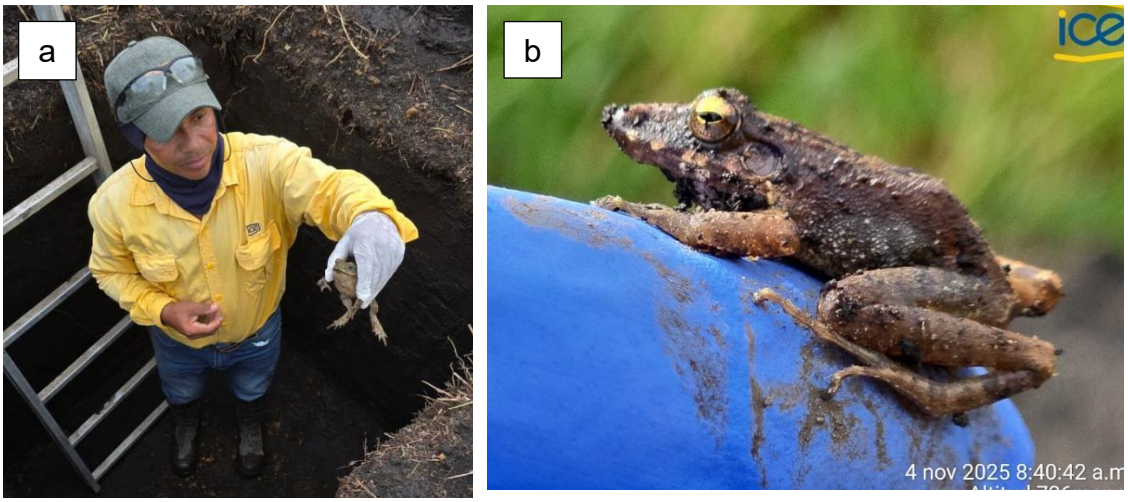


Figura 98. A. Rescates realizados durante el periodo de agosto-noviembre 2025. b Nueva especie registrada *S. boulengeri*, Proyecto Geotérmico Borinquen.

Como medida para reducir la afectación de la fauna silvestre en sitios de obra se han implementado diversos dispositivos, como rampas elaboradas con geomanto en lagunas de reinyección y tapas provisionales para pozos de sondeo arqueológico con elaboradas con sarán (Figura 99).

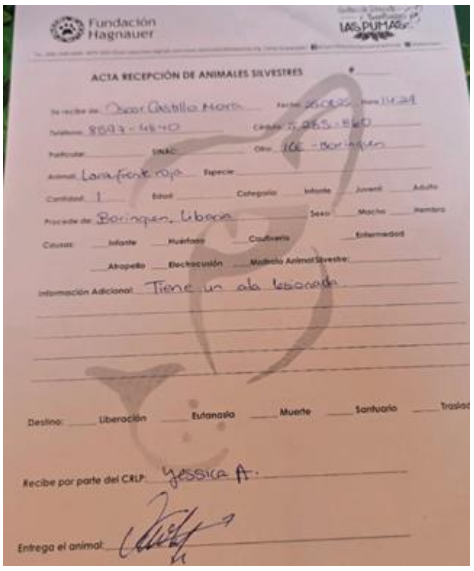
Figura 99. Estructuras de escape en lagunas y colocación de tapas en pozos de sondeo. Proyecto Geotérmico Borinquen.

En el Anexo 6 se muestra la lista de las especies de fauna silvestre rescatadas en los sitios de obra.

Traslados a Centros de rescate y Manejo Clínico de Especies

Las especies que resulten con alguna herida, golpe, o lesión que requieran atención veterinaria serán trasladas al Centro de Rescate Las Pumas ubicado en Cañas, Guanacaste, donde existe un convenio previo con Centro de Rescate y el Proyecto, documento que resalta las condiciones por cada una de las partes para el tratamiento clínico de las especies.

Durante el periodo se llevó a cabo un traslado al Centro de Rescate Las Pumas, un loro frentiblanco (*Amazona albifrons*) que presentaba una rotura en el ala causado por la colisión contra un vehículo posiblemente incapacitado para el vuelo. El mismo fue capturado y trasladado al centro médico según lo establecido por el protocolo (Figura 100). Sin embargo, la fractura era tan grave que no se lograba tratar, por lo que se procedió a la eutanasia. Además, se envió un zopilote cabezanegra (*Coragyps atratus*) incapacitado para el vuelo. El mismo se mantiene hoy en día en cautiverio.


Fundación Hagnauer

LAS PUMAS

ACTA RECEPCIÓN DE ANIMALES SILVESTRES

Nº

Se recibe de: Oscar Castillo Morera Fecha: 26/08/25 Hora: 11:24

Teléfono: 8593-4840 Cédula: 5-265-860

Particular: UMAC: Otro: ICE - Borinquen

Animal: Lora frente roja Especie:

Cantidad: 1 Edad: Categoría: Infante Juvenil Adulto

Procede de: Borinquen, Liberia Sexo: Macho Hembra

Causas: Infante Huérfano Cautiverio Enfermedad

Atropello Electrocución Maltrato Animal Silvestre:

Información Adicional: Tiene un ala lesionada

Destino: Liberación Eutanasia Muerte Santuario Traslado

Recibe por parte del CRLP: Yessica A.

Entrega el animal:

Figura 100. Acta de recepción del loro frentiblanco (*A. albifrons*) al centro de rescate. Uno de los traslados en el periodo de agosto-noviembre, 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Monitoreo del efecto del ruido

El monitoreo de ruido se implementa en sitios de obra (Área de Proyecto) durante pruebas de pozo y áreas pobladas aledañas. Adicionalmente, en los sitios donde se detectan niveles altos de ruido, se implementan medidas ingenieriles para mitigar su incidencia, por ejemplo, en las máquinas perforadoras se aplica encapsulamiento de motores para mitigar la emisión de ruido y se realizan mantenimientos preventivos para garantizar el óptimo funcionamiento en los sistemas de escape.

De acuerdo con los resultados del monitoreo en sitios de obra, se ha determinado que los niveles de ruido se mantienen en rangos aceptables, por lo que no se requiere de la instalación de pantallas aislantes durante la etapa constructiva del proyecto.

Dispositivos anticolisión

Las aves son un grupo que se ve fuertemente afectado por la construcción de infraestructuras que cuentan con ventanas y puertas de cristal. Estos animales tienden a colisionar con los cristales porque visualizan el reflejo de la vegetación a través de las ventas, lo cual, provoca que continúen con su vuelo debido a que no logran diferenciar entre el hábitat y la estructura. Por lo anterior, se han instalado adhesivos que son siluetas de aves que se pegan en la parte externa de las ventanas. Durante el periodo se realizaron inspecciones en infraestructuras con el fin de monitorear sitios que requieran medidas (Figura 101).

Figura 101. Inspecciones en ventanas de infraestructuras realizadas durante el periodo de agosto-noviembre 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Medida MBPGB 09. Monitoreo de fauna silvestre casa de máquinas operación.

No aplica para el presente periodo de informe.

Medida MBPGB 10. Control de contaminación lumínica y monitoreo biológica casa de máquinas operación.

En el informe de regencia ambiental anterior se realizó una solicitud formal escrita para el cambio de luminarias dentro del proyecto. Dentro del proceso de construcción se encuentra en curso la compra de luminarias LED con tonos cálidos y de baja temperatura con rangos entre 2700 a 4100 °K, para reducir la atracción de insectos.

Medida MBPGB 11. Monitoreo y manejo de herpetofauna y ornitofauna.

- Monitoreo de herpetofauna

Reconocimiento por encuentros visuales:

Se desarrollan caminatas en el bosque en un tiempo predeterminado sistemáticamente, realizando recorridos diurnos y nocturnos para la búsqueda de individuos (Figura 102). Para la identificación de especies se utilizan las guías de campo especializadas: Muñoz F, Dennis R. 2013. Anfibios y Reptiles de Costa Rica, Guía de bolsillo en inglés y español; Savage J. 2002. The Amphibians and Reptiles of Costa Rica; Kubicki B. 2007. Ranas de Vidrio de Costa Rica.

Figura 102. Monitoreos nocturnos de herpetofauna en el periodo de agosto-noviembre 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Reptiles: Se realizan recorridos mensuales en los sitios previamente establecidos. La técnica utilizada es búsqueda intensiva a lo largo de transectos y se deben registrar todos los individuos que se encuentren en un área de aproximadamente 15 metros a cada lado del transecto en un recorrido de tres horas donde se removerán troncos, hojarasca, se revisarán cuevas y vegetación en busca de reptiles. Los muestreos se realizan en recorridos diurnos y nocturnos para aumentar la posibilidad de encontrar especies activas durante ambos periodos. Todo individuo capturado se liberará lo más rápido posible en el mismo sitio donde fue capturado para evitar niveles de estrés innecesarios, el monitoreo de reptiles que se realice no contempla la colecta científica de individuos de vida libre.

Para los monitoreos de reptiles se utilizan ganchos herpetológicos de acero y pinzas herpetológicas (aproximadamente 40 pulgadas de longitud ambos), linternas de cabeza, guantes para manipulación de fauna peligrosa, cámara fotográfica, GPS y equipo complementario como libretas de campo.

Anfibios: Se realizan muestreos mensuales en sitios previamente establecidos por medio de búsqueda intensiva a lo largo de transectos.

Los anfibios sólo se capturan si su identificación no se logra a simple vista, se manipulan aquellos de los que sea necesario recopilar más información para su identificación, si este proceso no es suficiente se podrá transportar animales en terrarios al laboratorio de biología para su posterior identificación por métodos más detallados. Todo individuo capturado se liberará los más rápido posible en el mismo sitio donde fue capturado para evitar niveles de estrés innecesarios, el monitoreo de anfibios que se realizará no contempla la colecta científica de individuos de vida libre.

Resultados

Durante los monitoreos diurnos y nocturnos se registran un total de 250 individuos distribuidas en 42 especies. Del total de individuos registrados, 24 especies corresponden a reptiles (Figura 103) y 18 de ellos son anfibios (Figura 104). Todas las especies fueron identificadas por observación directa e indirecta para el caso de los anfibios a través del canto.

En lo que respecta los anfibios, las especies con mayor cantidad de registros se encuentran la rana brillante de bosque (*Lithobates warszewitschii*)(n= 40), la rana arborícola de río (*Smilisca sordida*)(n=19), la rana verde de ojos rojos (*Agalychnis callidryas*)(n=17) y la rana diablito (*Pristimantis ridens*) (n=17), mientras que para los reptiles, el anolis verde (*Norops biporcatus*)(n=12), el perro zompopo (*Corytophanes cristatus*) (n=6) y la terciopelo (n=6) fueron los más comunes durante el periodo.

Figura 103. Registro de Pajarera (*Phrynonax poecilonotus*) y Anolis de río (*Norops oxylophus*), identificados durante los monitoreos nocturnos. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Figura 104. Registro de rana de ojos rojos de quebrada (*Duellmanohyla rufioculis*) y amplexo de rana de vidrio punteada (*Sachatamia albomaculata*) especies identificadas en los monitoreos nocturnos, agosto-noviembre 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen.

En el Anexo 4 se incluye el listado de anfibios y reptiles identificados en los recorridos diurnos y nocturnos.

- Capacitaciones al personal del proyecto en el manejo y protección de herpetofauna

Durante el periodo se impartió una charla al personal de la cuadrilla de arqueología. La misma constaba de principios básicos, manejo y prevención de accidentes con serpientes, ranas y sapos, así como el manejo de otros grupos de fauna silvestre. Las capacitaciones tienen como objetivo principal, concientizar a los trabajadores acerca de la importancia que presentan estos grupos de animales y de tal manera, lograr la coexistencia con la vida silvestre (

Figura **105**).

Figura 105. Capacitación impartida sobre conocimiento, prevención y manejo de serpientes, anfibios y otros animales, Proyecto Geotérmico Borinquen 2025.

- Diseño y Establecimiento de Reductores de velocidad

Durante el periodo no se llevaron a cabo trabajos relacionados a la construcción o mantenimiento de reductores de velocidad.

Monitoreo de aves

- Conteo por puntos: En los transectos se establecieron puntos de conteo que abarcan una superficie de 20 m de radio y separados 100 m uno de otro, debidamente rotulados. Esta técnica consiste en registrar todas las especies de aves que se observen y/o escuchen dentro del área mencionada anteriormente. Se deben contar todas las especies que se identifiquen en un lapso de 10 minutos, ya sea por observación directa o por canto y se debe evitar contar un mismo individuo más de una vez.

El muestreo de aves se realiza a lo largo de todo el año y la secuencia de visita de cada punto de conteo será diferente entre días de muestreo para poder detectar cambios en la actividad de las aves a lo largo del día. Los datos tomados

en campo son: fecha, localidad, coordenadas geográficas, observador (es). En cada observación se anota: especie, número de individuos, registro visual o auditivo, entre otras. La observación e identificación de las aves se realiza mediante el uso de equipo especializado como binoculares marca Bushnell Legend de 10X42, cámara fotográfica Cannon Power Shot SX70HS y las guías de campo The Birds of Costa Rica, R. Garrigues y R. Dean, 2007; Guía de Aves de Costa Rica**,** G. Stiles y A.Skutch, 2003.

Figura 106. Monitoreo de aves durante el periodo de agosto-noviembre, 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Durante el periodo del monitoreo se identificaron un total de 1537 individuos distribuidos en 116 especies (Anexo 4). Las aves más representativas en orden descendente fueron la reinita cabecicastaña (Basileuterus delattrii)(N=105), el saltarín toledo (Chiroxiphia linearis)(N=88), el soterrey chinchirigüí (Cantorchilus modestus)(N=77) y el verdillo menudo (Pachysylvia decurtata) (N=60).

En la

Figura **108** se puede observar que, en el sitio de monitoreo del transecto 03 se registra la mayor cantidad de individuos (N=351). De las aves identificadas en todos los monitoreos, se registran para el área del proyecto el primer reporte de la Tangara Forriblanca (*Tachyphonus rufus*).

Figura 107. Carpintero picoplata (*Campephilus guatemalensis*), Garza tigre (*Tigrisoma mexicanum*) y Gavilán gris (*Buteo plagiatus*), especies reportadas durante el periodo de agosto-noviembre 2025, Proyecto Geotérmico Borinquen.

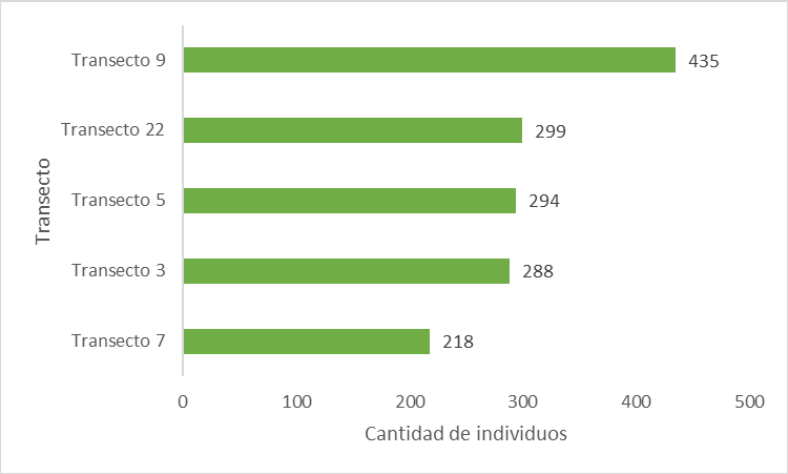


Figura 108. Cantidad de ornitofauna identificada en los monitoreos diurnos durante el periodo de agosto- noviembre 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen.

En cuanto al estado de conservación de las especies, se registran 22 aves bajo condiciones de amenaza, vulnerable, o incluidas en alguno de los Apéndices de CITES. A continuación, se mencionará algunas de ellas. Las mismas están protegidas y reguladas por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 40548-MINAE. (Figura 109).

- Orden Strigiformes: En este orden están incluidos los búhos, lechuzas y mochuelos. Para este periodo se registra dos especies *Strix virgata* y *Strix nigrolineata* que se encuentran en el apéndice II de CITES.

- Familia Psittacidae: En esta familia están incluidas las loras, lapas y pericos, en el periodo se identificaron tres especies y todas se encuentran amenazadas dentro del apéndice II de CITES.

- Familia Trochilidae: Esta familia agrupa a todos los colibríes, para el periodo se identificaron 8 especies y todas se encuentran amenazadas e incluidas en el Apéndice II CITES.

- Familia Falconidae: Lo conforman los halcones. En el periodo se registran una especie de la familia incluida en el apéndice II CITES.

- Familia Cracidae: Se encuentran tres especies en categoría de amenaza según el Decreto 40548- MINAE Reglamento a la Ley de Conservación de Vida Silvestre. El Pavón (*Crax rubra*) está categorizada en el apéndice III CITES y considerada como especie VU (vulnerable), según la Lista Roja de la UICN.

- *Electron carinatum*: momoto pico quilla, especie regulada por el Decreto 40548-MINAE Reglamento a la Ley de Conservación de Vida silvestre como amenazada y considerada como especie VU (vulnerable), según la Lista Roja de la UICN.

- *Hylomanes momotula:* momoto enano especie regulada por el Decreto 40548-MINAE Reglamento a la Ley de Conservación de Vida silvestre como especie amenazada.

- *Eurypyga helias*: garza del sol especie regulada por el Decreto 40548- MINAE Reglamento a la Ley de Conservación de Vida silvestre como especie amenazada.

- *Tinamus major:* gallina de monte, especie regulada por el Decreto 40548-MINAE Reglamento a la Ley de Conservación de Vida silvestre como amenazada.

- *Ramphastos sulfuratus:* tucán pico iris, especie regulada por el Decreto 40548-MINAE Reglamento a la Ley de Conservación de Vida silvestre como amenazada. Catalogada en el apéndice II CITES

Figura 109: Tucan picoiris (*Ramphastos sulfuratus*), Periquito barbinaranja (*Brotogeris jugularis*) y Garza del sol (*Eurypyga helias*), especies amenazadas registradas en el periodo agosto-noviembre 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen.

En el Anexo 4 se incluye el listado de aves identificadas en los recorridos diurnos durante el periodo.

Medida MBPGB 12. Pasos aéreos y terrestres.

Resultados identificación de cruces de fauna terrestre mediante recorridos:

Actualmente se encuentran instalados cinco pasos aéreos de los cuales se monitorean mensualmente a través del uso de cámaras trampa (Figura 110).

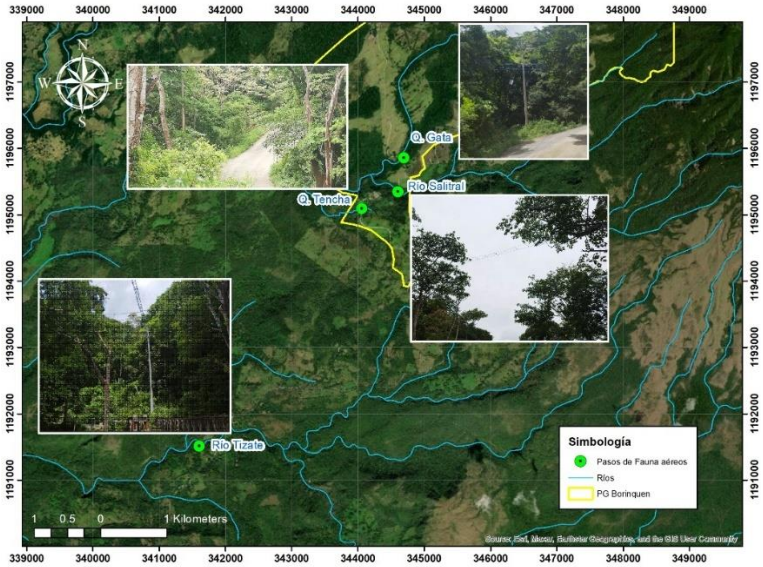


Figura 110. Ubicación de los pasos de fauna arborícola.
Proyecto Geotérmico Borinquen.

Las cámaras instaladas se programaron para trabajar 24/7 en modo hibrido; las mismas se colocan una vez al mes (Figura 111). Adicionalmente, se realizan recorridos esporádicos en los caminos internos del Proyecto donde se registra de manera directa, fauna utilizando árboles que forman pasos naturales, tendido eléctrico o la misma carretera como medio para cruzar de un sitio a otro.

Figura 111. Colocación de cámaras trampa en pasos de fauna aéreos durante el periodo agosto-noviembre 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Para este periodo se identificaron cinco especies de mamíferos (Anexo 5), tales como la martilla (*Potos flavos*), zorro de balsa (*Caluromys derbianus*), mono congo (*Alouatta palliata*), mapache (*Procyon lotor*) y zarigüella (*Didelphis marsupialis*).

COMPONENTE SOCIAL

Medida MSPGB 01. Paisaje.

El Cuadro 3128 muestra el monitoreo de paisaje realizado en los sitios del proyecto.

Cuadro 28. Registro de Paisaje PG Borinquen, noviembre 2025.

Mes: junio 2025	**Mes:** noviembre 2025
Sitio: Plazoleta de Perforación PLB-02	
Sitio: Plazoleta de Perforación PLB-05	

Sitio: Plazoleta de Perforación PLB-08	

En el capítulo REGISTRO FOTOGRÁFICO COMENTADO se presentan imágenes de los sitios de obra durante el presente periodo de informe.

Medida MSPGB 02. Obras comunales.

Referente a las obras comunales del proyecto, se detallan en el Cuadro 3229.

Cuadro 29. Obras comunales según comunidad y seguimiento.

Obra Comunal	Comunidad	Seguimiento
Realizar diagnóstico de la parte eléctrica del campo ferial de Cañas Dulces, recomendaciones, lista de materiales para realizar las mejoras de este sitio y además la donación de 2 postes y la colocación 4 lámparas	Cañas Dulces	-Se valoran las condiciones del sistema eléctrico actual y se llegó a las siguientes conclusiones: -El Campo Ferial de Cañas Dulces, aunque cuenta con algunos elementos estructurales positivos como la acometida principal y el sistema de pentagrama, presenta condiciones eléctricas muy limitadas en cuanto a seguridad y funcionalidad. -La infraestructura actual es básica e improvisada, con derivaciones sin protección, tomacorrientes deteriorados, y sin iluminación en áreas clave. Esta situación representa riesgos significativos para las personas durante eventos

		públicos y limita el uso eficiente del espacio. -Se deben implementar mejoras mínimas y progresivas que incrementen la seguridad eléctrica y la operatividad del sitio. - Finalmente, se realizó entrega del documento de diagnóstico del sistema eléctrico. -Se informo a nueva directiva de ADI Cañas Dulces acerca de los hallazgos
Apoyo a Comité EBAIS con servicio de topografía	Curubandé	-Se enviaron a la Municipalidad de Liberia los planos con el visto bueno del Registro Nacional para que se le otorgue el visado correspondiente.
Construcción de la caseta, instalación de la bomba y acometida eléctrica para acueducto de El Cedro	El Cedro	-Obra finalizada: construcción de caseta y acometida eléctrica para la operación del acueducto y se realizaron las pruebas de funcionamiento de bomba eléctrica instalada. -Obra finalizada: se entregó la bomba eléctrica, de esta forma se realiza el finiquito de la medida.

La situación actual de la infraestructura se presenta en la

Figura 112. Entrega de estación y bomba de extracción de agua potable a la ASADA Buena Vista que brinda el servicio a la comunidad de El Cedro, Cañas Dulces. Pendiente queda la instalación de la bomba para el pozo.

Figura 112. Entrega de estación y bomba de extracción de agua potable a la ASADA Buena Vista que brinda el servicio a la comunidad de El Cedro, Cañas Dulces

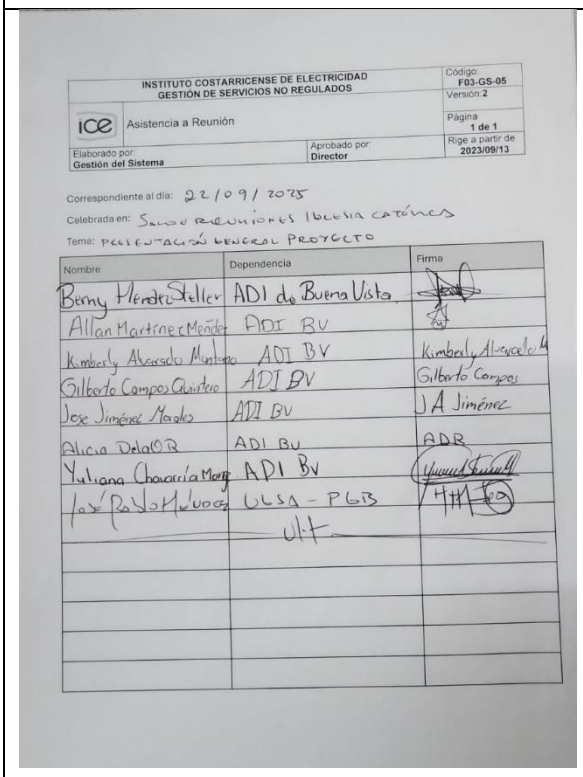
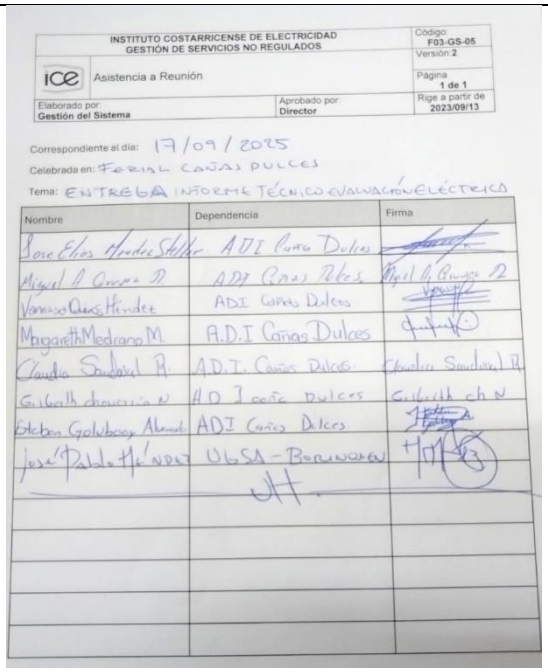
Medida MSPGB 03. Plan de relación con comunidades.

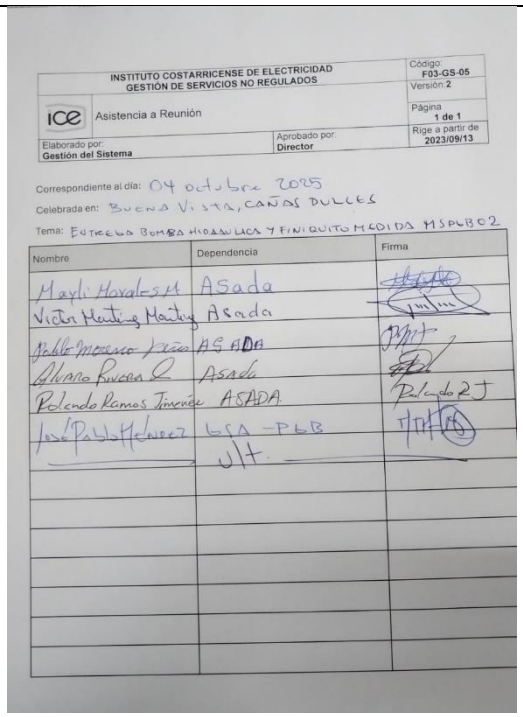
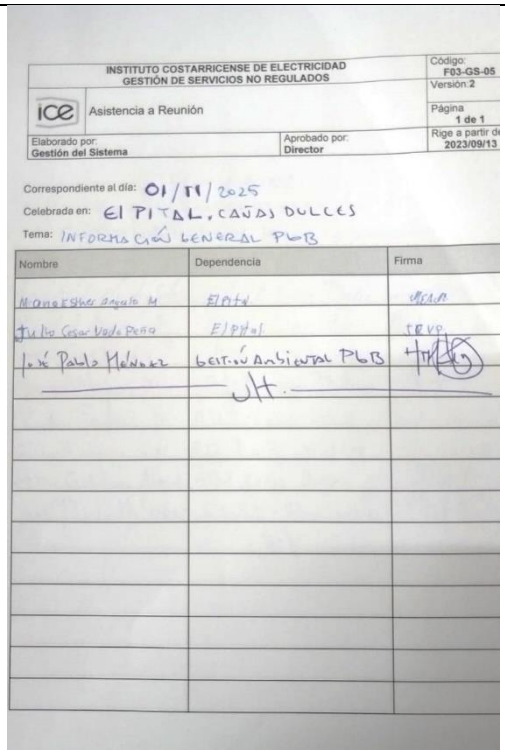
Las reuniones comunales se realizan cuatrimestralmente con el objetivo de mantener un canal asertivo de comunicación, informar sobre el avance de la etapa constructiva y de perforación del yacimiento del proyecto. Además, lo correspondiente al Plan de Gestión Ambiental (PGA), seguimiento de solicitudes y quejas.

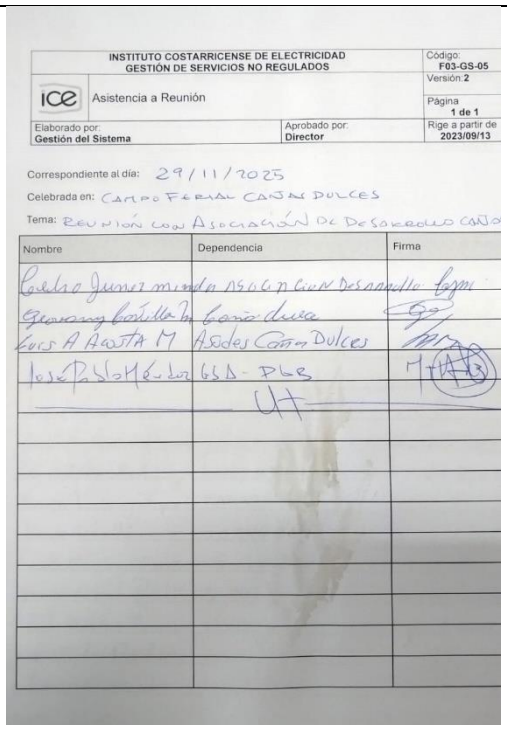
En estas reuniones se informo acerca del estado actual de obras del proyecto, expectativas en corto y mediano plazo y pendientes particulares con cada localidad. Asimismo, se actualizo la situación de obras comunales como las mejoras en el camino Curubandé-Agua Fría- Buena Vista – PGB, entre otros temas.

Figura 113. Reunión con la Asociación de Parceleros de Agua Fría de Cañas Dulces.

Cuadro 30. Área de Influencia Directa. Reuniones efectuadas según lugar y tema desarrollado.

Asistencia	Lugar y tema
 INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD GESTIÓN DE SERVICIOS NO REGULADOS Asistencia a Reunión Código: F03-GS-05 Versión: 2 Página 1 de 1 Elaborado por: Gestión del Sistema Aprobado por: Director Rige a partir de 2023/09/13 Correspondiente al día: 22/09/2025 Celebrada en: Salón reuniones Iglesia católica Tema: Presentación general proyecto Nombre / Dependencia / Firma Berny Méndez Steller — ADI de Buena Vista Allan Martínez Méndez — ADI BV Kimberly Alvarado Montero — ADI BV Gilberto Campos Quirós — ADI BV Jose Jiménez Morales — ADI BV Alicia Dalo B — ADI BV Yuliana Chaverría Morg — ADI BV José Pablo Méndez — UGSA - PGB UHT	Buena Vista de Cañas Dulces, presentación general del proyecto
 INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD GESTIÓN DE SERVICIOS NO REGULADOS Asistencia a Reunión Código: F03-GS-05 Versión: 2 Página 1 de 1 Elaborado por: Gestión del Sistema Aprobado por: Director Rige a partir de 2023/09/13 Correspondiente al día: 17/09/2025 Celebrada en: Feria Cañas Dulces Tema: Entrega informe técnico evaluación eléctrica Nombre / Dependencia / Firma José Elías Méndez Steller — ADI Cañas Dulces Miguel A. Campos R. — ADI Cañas Dulces Vanessa Chaves Méndez — ADI Cañas Dulces Margareth Medrano M. — A.D.I Cañas Dulces Claudia Sandoval R. — A.D.I. Cañas Dulces Gilberth Chaverría N. — ADI Cañas Dulces Esteban Galvez Alvarado — ADI Cañas Dulces José Pablo Méndez — UGSA - Borinquen UHT	Cañas Dulces, presentación de resultados de inspección de sistema eléctrico del campo ferial de la comunidad

 INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD GESTIÓN DE SERVICIOS NO REGULADOS Código: F03-GS-05 Versión: 2 Asistencia a Reunión Página 1 de 1 Elaborado por: Gestión del Sistema Aprobado por: Director Rige a partir de 2023/09/13 Correspondiente al día: 04 octubre 2025 Celebrada en: Buena Vista, Cañas Dulces Tema: Entrega Bomba Hidráulica y Finiquito Medida MSPLB02 Nombre / Dependencia / Firma Mayli Morales M. — Asada Víctor Martínez Martínez — Asada Pablo Moreno Peña — ASADA Álvaro Rivera S. — Asada Rolando Ramos Jiménez — ASADA José Pablo Méndez — GSA - PLB	Buena Vista de Cañas Dulces, entrega de bomba eléctrica para pozo de agua y finiquito de medida ambiental
 INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD GESTIÓN DE SERVICIOS NO REGULADOS Código: F03-GS-05 Versión: 2 Asistencia a Reunión Página 1 de 1 Elaborado por: Gestión del Sistema Aprobado por: Director Rige a partir de 2023/09/13 Correspondiente al día: 01/11/2025 Celebrada en: El Pital, Cañas Dulces Tema: Información General PLB Nombre / Dependencia / Firma Ana Esther Angulo M. — El Pital Julio César Valle Peña — El Pital José Pablo Méndez — Gestión Ambiental PLB	El Pital de Buena Vista, presentación general del proyecto

	Cañas Dulces, reunión con Asociación de Desarrollo de la comunidad

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD
GESTIÓN DE SERVICIOS NO REGULADOS

Código: F03-GS-05
Versión: 2
Página 1 de 1

ICE Asistencia a Reunión

Elaborado por: Gestión del Sistema | Aprobado por: Director | Rige a partir de 2023/09/13

Correspondiente al día: 29/11/2025
Celebrada en: Campo Ferial Cañas Dulces
Tema: Reunión con Asociación de Desarrollo Cañas

Nombre	Dependencia	Firma
Carlos Jiménez Miranda	Asociación Desarrollo	
Geovanny Bonilla	Cañas Dulces	
Luis A Acosta M	Asades Cañas Dulces	
José Pablo Méndez	GSA - DLS	

Medida MSPGB 04. Visitas comunales a campos geotérmicos y obra comunal.

Durante el presente periodo de informe no se realizaron visitas a proyecto.

El detalle de las obras comunales ejecutadas en Cañas Dulces se muestra en el Cuadro 31.

Cuadro 31. Obras Comunales MSPGB 04-Cañas Dulces.

Obra Comunal	Comunidad	Seguimiento
Construcción de un tramo de acera de 50 metros en la salida lateral de la escuela.	Cañas Dulces	-Obra Ejecutada: Inicio el 05/12/ 2017 y finalizo el 8/12/2017. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-08.
Construcción de un reductor de velocidad.	Cañas Dulces	-Obra Ejecutada: Inicio el 26/11/2018 y finalizo 30/11/2018. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-13.

Medida MSPGB 05. Educación vial y obras comunales.

En cuanto a las obras comunales, el Cuadro 32 muestra la información correspondiente.

Cuadro 32. Avance Obras Comunales MSPGB 05.

Obra Comunal	Comunidad	Seguimiento
Construcción de 800 metros de aceras en la comunidad de Curubandé.	Curubandé	Obra Ejecutada: Inicio el 21/06/2017 y finalizo el 7/09/2017. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-07.
Construcción de 3 reductores de velocidad en Curubandé.	Curubandé	-Obra Ejecutada: Asociada al desarrollo del Proyecto Geotérmico Las Pailas, Unidad II, inicio el 13/06/2015 y finalizo 13/07/2015.
Señalización del área peatonal para ingreso a la Escuela de Curubandé.	Curubandé	-Obra Ejecutada: Asociada al desarrollo del Proyecto Geotérmico Las Pailas, Unidad II, inicio el 13/06/2015 y finalizo 13/7/2015.
Colocación de malla perimetral en la Escuela de San Jorge.	San Jorge	-Obra Ejecutada: Asociada al desarrollo del Proyecto Geotérmico Las Pailas, Unidad II, inicio el 13/06/2015 y finalizo 13/7/2015.

Se participó en reuniones con autoridades de policía y policía de tránsito donde se expusieron problemas asociados a seguridad y tránsito. Se insistió que el proyecto concientiza a los empleados acerca del comportamiento vial y buenas conductas. Además de recordar que las unidades andan con GPS, para que en caso de una denuncia puedan tenerse registro de la situación.

Figura 114. Reunión con la comunidad de Curubandé.

Medida MSPGB 06. Ahorro energético, manejo de residuos (campamento) y reuniones comité de enlace.

En cuanto a las medidas de ahorro energético, el campamento ubicado en Curubandé cuenta con áreas comunes para el esparcimiento y disfrute de los alimentos, evitando que dentro de las habitaciones los (as) funcionarios (as) tengan televisores, refrigeradoras u otros artículos de consumo eléctrico. Para la iluminación de los pasillos, dormitorios se utilizan fluorescentes, etiquetas de ahorro energía, además del ahorro de agua la Figura 115 muestra el ejemplo.

Figura 115. Medidas para el ahorro energético, campamento Curubandé.

Durante el horario nocturno, el servicio de vigilancia del campamento realiza un recorrido por las diversas áreas para verificar que la iluminación sea la necesaria según horario.
Por otro lado, en los pasillos y en diferentes sitios estratégicos se pueden visualizar estaciones para separación de residuos fomentando la adecuada gestión de residuos desde el sitio de origen. (Figura 130116).

Figura 116. Estaciones de reciclaje, campamento Curubandé.

Medida MSPGB 07. Mejoras de la infraestructura comunal.

Ver medida MSPGB 02.

Medida MSPGB 08. Obras comunales infraestructura vial.

Primero, se inició el 05/02/2025 la ejecución de la nueva propuesta que se presentó para garantizar el acceso vehicular y peatonal al Asentamiento Agua Fría de Cañas Dulces, como reemplazo de la medida MSPGB 08 del Plan de Gestión Ambiental del Proyecto Geotérmico Borinquen: “Estudio estructural, geotécnico, hidráulico, diseño y construcción de un puente sobre el Río Blanco de 40 metros de longitud para uso peatonal y vehicular entre las comunidades de Curubandé y Agua Fría.”

1. Construcción de un paso vehicular sobre el río Blanco con elevación de 1.5 m
2. Construcción de un puente peatonal sobre el río Blanco
3. Instalación de una alcantarilla en la quebrada Agua Fría
4. Aplicación de tratamiento asfáltico TSB3 en un tramo de 1.4 km, desde el cruce en calle Castilla hasta la quebrada Agua Fría

El 05 de febrero se iniciaron las obras para cumplir la primera y segunda actividad de esta nueva propuesta. Finalizaron el 10 de abril. El paso vehicular y

peatonal sobre el Rio Blanco consiste en una Estructura de tipo Alcantarilla de Cuadro de 3.8m de altura, conformada por 6 secciones, cada sección tiene medidas de 3.2m de alto x 3.7m de ancho libres.

La superficie de paso vehicular tiene un ancho de 4.3 m con una longitud de 24 m y adosado a ella un paso peatonal de 1.22 m de ancho y 24 m de longitud.

Para la estructura principal se utilizó un concreto de resistencia f'c 280kg/cm2.

Además, el puente queda con barandas, relleno de aproximación, enrocado como muro de protección, el puente peatonal hecho con lamina punta de diamante con su respectiva baranda y dos postes con luminarias.

Para el 25 de abril de 2025 se inició la construcción del paso pluvial en la quebrada Agua Fría (tercer punto del listado original de la medida) que consistió en la colocación de una estructura que permita el paso de agua sin comprometer el paso por el camino Agua Fría- Los Coyotes, en el mismo se colocó una línea de tubería de concreto reforzada C76 Clase III que son comúnmente utilizadas en carreteras a lo largo del territorio nacional, esta tubería tiene 1200mm de diámetro interno, el ancho total del paso considera un aproximado de 10m lineales y adicionalmente se le construyeron 2 estructuras de contención tipo cabezales para proteger la estabilidad de la estructura. Adicionalmente, se le construyó una losa de rodamiento que servirá como vado en caso de que el agua sobrepase el nivel máximo de capacidad y se desborde. Se finalizó el 15 de mayo.

Para el mes de agosto se iniciaron las mejoras del camino a Agua Fría que incluyeron construcción de alcantarillas en tramos estratégicos del camino, colocación de TS3 en la superficie de ruedo, mejoras en pasos de hilos de agua.

A continuación, el recuento fotográfico de los procesos constructivos de los pasos vehiculares por el río Blanco y la quebrada Agua Fría.

Fecha	Registro fotográfico	Observaciones
05/02/2025		Inicio de labores del paso vehicular sobre el río Blanco
12/02/2025		Visita a sitio río Blanco por parte de funcionarios de Municipalidad de Liberia
10/04/2025		Habilitación e inauguración del paso vehicular y peatonal en el río Blanco

25/04/2025		Inicio de labores en quebrada Agua Fría
29/04/2025		Colocación de lastre en alcantarillas
16/05/2025		Finalización de obra y habilitación de paso de vehículos.

28/10/2025		Finalización parcial de colocación de TS3 en camino Agua Fría
28/10/2025		Finalización parcial de colocación de TS3 en camino Agua Fría

Figura 117. Registro fotográfico labores en Camino Agua Fría

A forma de síntesis, las obras comunales referentes a infraestructura vial realizadas hasta el momento se detallan en el Cuadro 33. Obras Comunales MSPGB 08.

Cuadro 33. Obras Comunales MSPGB 08 y su seguimiento

Obra Comunal	Seguimiento
Estudio estructural, geotécnico, hidráulico, diseño y construcción de un puente sobre el Río Blanco de 40 metros de longitud para uso peatonal y vehicular entre las comunidades de Curubandé y Agua Fría.	-Se finalizó parcialmente la colocación del TS3 en el camino Agua fría para cumplir con parte de la medida ambiental asociada. Quedan pendientes 300 m para colocar en época de verano.

Estudio estructural, geotécnico, hidráulico, diseño y construcción de un puente sobre el Río Blanco de 40 metros de longitud para uso peatonal y vehicular entre las comunidades de Curubandé y Agua Fría.	-Se inició su construcción el 05/02/2025 y se finalizó el paso vehicular y peatonal sobre el río Blanco para el 10/04/2025. El recuento de quejas se mantuvo en cero durante la ejecución de las obras.
Estudio estructural, geotécnico, hidráulico, diseño y construcción de un puente sobre el Río Tizate de 15 metros de longitud para uso peatonal y vehicular entre la comunidad El Pital y Hoteles Buena Vista y Borinquen.	-Obra Ejecutada. Inicio el 02/04/2018 y finalizo el 10/04/2018. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-08.
Construcción de 1 km de acera en la ruta principal que atraviesa la comunidad de Cañas Dulces entre la salida del EBAIS en dirección a la localidad de Buena Vista.	-Obra Ejecutada: Inicio el 03/01/2018 y finalizo 24/4/2018. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-08.
Construcción de un reductor de velocidad en las cercanías del salón de reuniones (cuarto extracción de miel) de Agua Fría.	-Obra Ejecutada: Inicio el 18/02/2021 y finalizó el 18/02/2021. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-15.

Medida MSPGB 09. Fortalecimiento del comercio y desarrollo local.

Durante el periodo no se implementaron actividades como cursos y capacitaciones en las comunidades.

Medida MSPGB 10. Plan de educación ambiental e infraestructura comunal.

Con relación a las actividades de Educación Ambiental, en el Cuadro 34 se muestra el detalle según seguimiento.

Cuadro 34. Actividades de educación ambiental MSPGB 10

Actividad	Comunidad	Seguimiento
Actividad de educación ambiental	Cañas Dulces	Actividad de entrega de 250 árboles para siembra a estudiantes de Escuela Cañas Dulces
Actividad de educación ambiental	PGB	Visita de estudiantes de Hidrología UNA a obras de proyecto

Actividad de educación ambiental	PGB	Visita de estudiantes de Ecoturismo UTN a obras de proyecto

A continuación, se presenta evidencia grafica de las actividades desarrolladas

27/08/2025 -Entrega de árboles en escuela		
03/10/2025 -visita de universitarios		
30/11/2025 -visita UTN		

Figura 118. Registros fotográficos de actividades de educación ambiental, Periodo agosto-diciembre 2025.

Medida MSPGB 11. Electricidad y telecomunicaciones en la comunidad de Las Lilas.

La gestión ante FONATEL fue reportada en el Informe de Regencia E-815-2012-IRA-12, "Formulario para la recepción de Iniciativas de Proyectos de Acceso Universal, Servicio Universal y Solidaridad".

Medida MSPGB 12. Capacitación y contratación de personal en comunidades.

De acuerdo con la medida el Proyecto debe contratar en la medida de lo posible no menos del 60% de mano de obra local, específicamente de las comunidades del área de influencia social. Para el mes de junio 2025, el proyecto cuenta con 340 colaboradores de los cuales un 72% pertenece a la provincia de Guanacaste, tal como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 35. Distribución relativa de personal del proyecto según provincia de procedencia. Noviembre 2025

Provincia	Personas
Alajuela	13%
Cartago	7%
Guanacaste	**72%**
Heredia	1%
Limón	1%
Puntarenas	0%
San José	6%

De este porcentaje, el 64% corresponde a personas provenientes de las comunidades ubicadas dentro del área de influencia social del proyecto, distribuidas específicamente de la siguiente forma:

Cuadro 36. Distribución relativa de personal según distrito del área de influencia del proyecto. Noviembre 2025.

Distrito	Porcentaje
Cañas Dulces	42%
Liberia	41%
Curubandé	14%
Mayorga	2%

Medida MSPGB 13. Actividad turística y ruta de la geotermia.

Durante este periodo se han realizado mejoras en rutas de la zona de influencia.

1) Se realizaron mejoras en las superficies de ruedo de las cuestas del tramo *ruta Los Coyotes-El Cedro-El Pital y PG Borinquen.*

Figura 119. Tramo calle Los Coyotes, Cañas Dulces.

Figura 120. Tramo Cruce del Cedro- Buenavista.

Medida MSPGB 14. Monitoreo y control del movimiento de maquinaria y efectos comunales.

Los vehículos alquilados (maquinaria u otros) asociados al Proyecto deben portar en el parabrisas un rótulo a color con el logo del ICE y nombre del proyecto (a ejemplo la Figura 121).

Figura 121. Vehículo alquilado Proyecto.

Mediante autorización de la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Liberia (UTGV) y el Departamento de Ingeniería y Tránsito, se colocaron rótulos informativos de paso de maquinaria pesada en la ruta de acceso principal al proyecto.

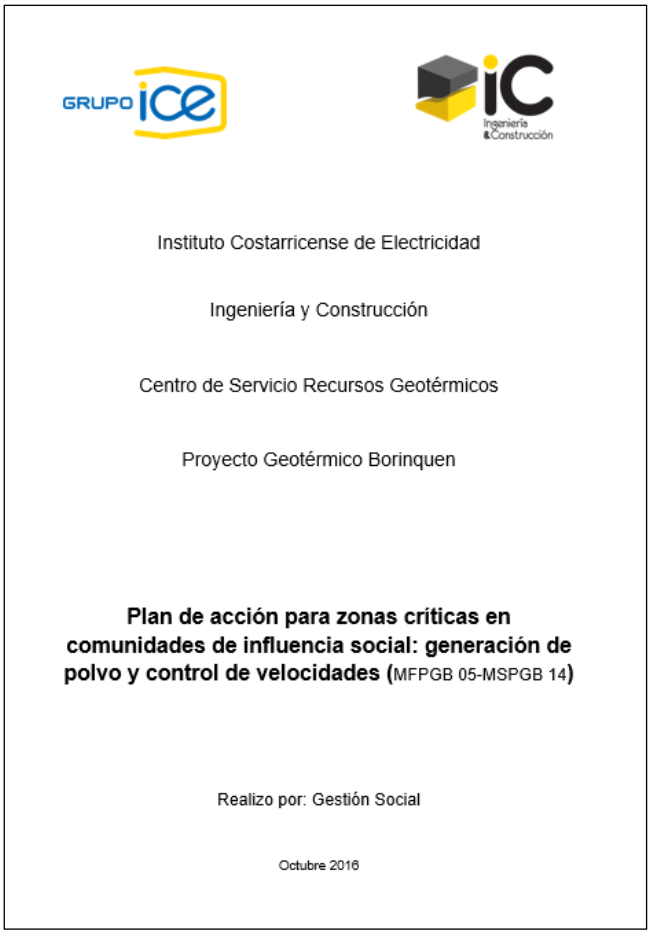
Figura 122. Rotulación paso de maquinaria, ruta proyecto.

El comportamiento en comunidades es uno de los temas que se aborda en la charla de inducción al personal contratado, proveedores y contratistas. Además, lo referente a los límites de velocidad en los centros de población de las comunidades del AID y los mecanismos oficiales de comunicación comunidad-proyecto (reporte de quejas o inconformidades).

La Figura 123 muestra el informativo sobre las disposiciones de comportamiento ambiental. Dicho afiche también fue enviado vía correo electrónico a todos los encargados de área para que sea transmitido a todo el personal que tengan a cargo.

Figura 123. Informativo disposiciones de comportamiento ambiental

No obstante, se cuenta con el Plan de acción para mitigar el efecto del factor polvo y control de velocidades (Figura 124).



Instituto Costarricense de Electricidad

Ingeniería y Construcción

Centro de Servicio Recursos Geotérmicos

Proyecto Geotérmico Borinquen

Plan de acción para zonas críticas en comunidades de influencia social: generación de polvo y control de velocidades (MFPGB 05-MSPGB 14)

Realizo por: Gestión Social

Octubre 2016

Figura 124. Plan de Control de Velocidades, Proyecto Geotérmico Borinquen.

El Cuadro 37 muestra el reporte de Infecciones Respiratorias Agudas Superiores (IRAS) del Área de Salud de Liberia correspondiente al segundo semestre de los EBAIS de las comunidades Curubandé, Cañas Dulces y Buena Vista. Como se detalla solamente en la comunidad de Curubandé se presentó un caso de Rinofaringitis. Para este periodo se está en trámite de solicitud de la información actualizada, sin embargo, no se cuenta con los datos.

Cuadro 37. Infecciones Respiratorias Agudas Superiores, EBAIS, Cañas Dulces, Buena Vista, Curubandé, 2025

Comunidad	IRA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cañas Dulces	Rinofaringitis	0	0	0	0	0	0
	Laringitis	0	0	0	0	0	0
	Faringitis	0	0	0	0	0	0
Buena Vista	Rinofaringitis	0	0	0	0	0	0
	Laringitis	0	0	0	0	0	0
	Faringitis	0	0	0	0	0	0

Curubandé	Rinofaringitis	0	0	1	0	0	0
	Laringitis	0	0	0	0	0	0
	Faringitis	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con datos de Área de Salud Liberia, noviembre, 2025

Medida MSPGB 15. Educación vial, obras comunales, ruta alterna y transporte de sustancias peligrosas.

Después de las reuniones con equipos seguridad pública, el encargado de la Gestión Social está preparando el cronograma de actividades para los siguientes periodos.

Las obras comunales referentes a la medida MSPGB 15 realizadas se detallan en el Cuadro 38.

Cuadro 38. Avance Obras Comunales MSPGB 15.

Obra Comunal	Seguimiento
Construcción de 2 reductores de velocidad en la comunidad El Cedro.	-Obra Ejecutada: Inicio el 5/03/2018 y finalizo el 8/03/2018. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-08.
Construcción de aceras 125 metros de longitud, en la comunidad de Buena Vista.	-Obra Ejecutada: Inicio el 22/11/2017 y finalizo el 30/11/2017.Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-08.
Colocación de dos reductores de velocidad, señalización peatonal para el paso de estudiantes, en la comunidad de Buena Vista.	-Obra Ejecutada: Inicio el 05/03/2018 y finalizo el 8/03/2018. Se reportó como ejecutada en el Informe E-815-2012-IRA-08.
Diseñar y construir una ruta alterna para evadir el paso vehicular por el centro de lo localidad de El Cedro (Acarreo de agregados).	No aplica para el periodo, debido a que actualmente el Tajo no se encuentra habilitado para la extracción minera.

Medida MSPGB 16. Traslado de equipo de perforación.

Para el periodo se realizó traslado del equipo de perforación en septiembre. Cuando se programa este tipo de actividad se comunica mediante los canales oficiales de comunicación a las partes interesadas del proyecto. Ver medida MSPGB 21.

Medida MSPGB 17. Comportamiento de trabajadores en comunidades.

El comportamiento adecuado en las comunidades del AID, el respeto a los (as) vecinos (as) es uno de los temas que se abarcan en las charlas de inducción al personal contratado por el proyecto, además se informa sobre:

- Gestión Socioambiental-Disposiciones de Comportamiento
- Controles Operacionales

La convivencia y la salud mental son pilares para que el recurso humano que reside en el campamento pueda llevar de la mano su jornada laboral con su vida personal, por lo que, se ofrecen diversos espacios de esparcimiento tales como; sala de televisión, gimnasio y cancha de cancha fútbol. Además, en la comunidad de Curubandé cuenta con una plaza de deportes, parque, parque de juegos y sitios turísticas. La Figura 125 muestra el detalle.

Figura 125. Gimnasio del campamento Curubandé.

Medida MSPGB 18. Patrimonio arqueológico.

La medida “MSPGB 18” que consta en el Expediente Administrativo del Proyecto Geotérmico Borinquen (D1-8715-2012 SETENA-EsIA), establece las pautas a seguir en lo referente al hallazgo o identificación de elementos que constituyan parte del patrimonio arqueológico costarricense dentro del campo geotérmico o en su área de impacto, buscando prevenir cualquier posible afectación ante el desarrollo de obras constructivas y facultando una adecuada gestión y conservación de los restos culturales prehispánicos.

De esa forma, se ejecutan constantemente prospecciones, evaluaciones y supervisiones de movimientos de tierra en los sitios de obra con la finalidad de que los elementos patrimoniales sean identificados anticipadamente y, así, evitar su posible destrucción o alteración; también, con cierta regularidad se capacita al personal del P.G. acerca del proceder en casos particulares que involucren materiales arqueológicos o, bien, respecto a los resultados de procesos investigativos específicos desarrollados en el Proyecto.

Rescate Arqueológico en el sitio Panales (G-944 Pn)

En agosto de 2025 se finalizó el análisis de los materiales en laboratorio y se hizo entrega de los bienes recuperados al Departamento de Protección del Patrimonio Cultural del Museo Nacional de Costa Rica, según consta en el oficio MNCR-DPPC-157-2025 (Figura 126).

Por otro lado, durante los meses de septiembre y octubre se estuvo trabajando en la presentación del informe final para la Comisión Arqueológica Nacional y Museo Nacional de Costa Rica; haciéndose la entrega ante las entidades correspondientes el 31 de octubre de 2025. Actualmente, se está a la espera de una resolución al respecto (Figura 127 y Figura 128).

MINISTERIO DE CULTURA Y JUVENTUD | GOBIERNO DE COSTA RICA | MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA

DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL

San José, 27 de agosto de 2025
OFI_MNCR-DPPC-157-2025

Señores o Señoras
Comisión Arqueológica Nacional
Presente

Asunto: Reporte de recepción satisfactoria de materiales arqueológicos producto del monumento Sitio Panales (G-944 Pn).

Estimados(as) Señores (as):

Por este medio reportamos la recepción a satisfacción de los materiales arqueológicos producto de estudios arqueológicos autorizados por la CAN, con el fin de incorporarlos en las colecciones en custodia del Museo Nacional de Costa Rica cuya información a continuación detallo:

INVESTIGADOR (A)	Jorge Ramírez Fernández.
# DE CÉDULA INVESTIGADOR (A)	1-1320-0852
AUTORIZACIÓN DE LA CAN	CAN-O-001-2025 CAN-O-154-2025 CAN-O-088-2025.
PROYECTO	Proyecto "Rescate Arqueológico en el sitio Panales (G-944 Pn), Proyecto Geotérmico Borinquen, Cañas Dulces, Liberia, Guanacaste".
MONUMENTO(S)	Sitio Panales (G-944 Pn).
CANTIDAD DE CAJAS Y BULTOS ENTREGADOS	10 cajas material fragmentario. # de artefactos: 37 (8 – 40). # de Operación (es): 3. # de muestras de carbón:21. # muestras de fauna: ninguna. # muestras de restos óseos Humanos: ninguna. # de muestras botánicas:1 (semilla carbonizada). # de bultos: ninguno. (10 cajas en total).
DIA DE LA RECEPCION Y VERIFICACION	27/08/2025

MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA
Deptto. Protección del Patrimonio Cultural | Teléfono 2211 5860
Correo: protecciondp@museocostarica.go.cr | Sitio web: www.museocostarica.go.cr

VERIFICADO POR	María Carolina Barrientos Marín
OBSERVACIONES	
DOCUMENTOS RECIBIDOS	(X) INVENTARIO IMPRESO (X) INVENTARIO EN DIGITAL (X) FOTOGRAFÍAS (LABORATORIO – CAMPO) ( ) INFORME FINAL ( ) OTRO: _____

Sin otro particular se despide,

DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL

MARIA CAROLINA BARRIENTOS MARIN (FIRMA) — Firmado digitalmente por MARIA CAROLINA BARRIENTOS MARIN (FIRMA) Fecha: 2025.08.27 12:07:40 -06'00'

OLMAN SOLIS ALPIZAR (FIRMA) — Firmado digitalmente por OLMAN SOLIS ALPIZAR (FIRMA) Fecha: 2025.08.27 13:56:28 -06'00'

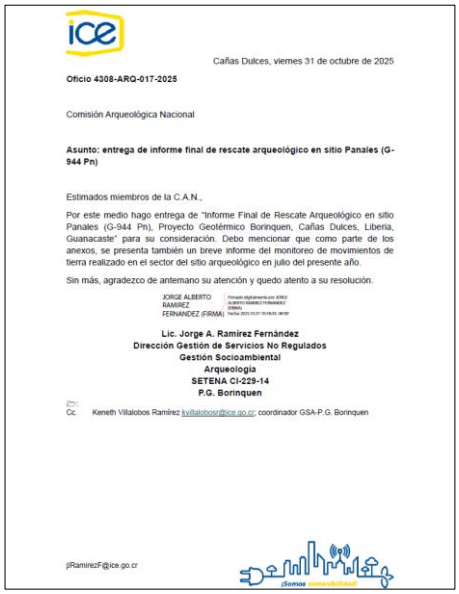
María Carolina Barrientos Marín
Técnico en Arqueología DPPC
Museo Nacional de Costa Rica

Olman Solís Alpízar
Jefe DPPC

Anexos: no hay
C. Comisión Arqueológica Nacional, Arturo Hernández Ruiz (Coordinador Arqueología, DPPC)
CAN – AHR

MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA
Departamento de Protección del Patrimonio Cultural Tel: 2291-4473 ext 306 / Teléfono: 2296-5724
Correo: cruiz@museocostarica.go.cr Sitio web: www.museocostarica.go.cr

Figura 126. Oficio MNCR-DPPC-157-2025.



Cañas Dulces, viernes 31 de octubre de 2025

Oficio 4308-ARQ-017-2025

Comisión Arqueológica Nacional

Asunto: entrega de informe final de rescate arqueológico en sitio Panales (G-944 Pn)

Estimados miembros de la C.A.N.,

Por este medio hago entrega de "Informe Final de Rescate Arqueológico en sitio Panales (G-944 Pn), Proyecto Geotérmico Borinquen, Cañas Dulces, Liberia, Guanacaste" para su consideración. Debo mencionar que como parte de los anexos, se presenta también un breve informe del monitoreo de movimientos de tierra realizado en el sector del sitio arqueológico en julio del presente año.

Sin más, agradezco de antemano su atención y quedo atento a su resolución.

JORGE ALBERTO RAMIREZ FERNANDEZ (FIRMA) — Firmado digitalmente por JORGE ALBERTO RAMIREZ FERNANDEZ (FIRMA) Fecha: 2025.10.31 10:58:55 -06'00'

Lic. Jorge A. Ramírez Fernández
Dirección Gestión de Servicios No Regulados
Gestión Socioambiental
Arqueología
SETENA CI-229-14
P.G. Borinquen

Cc. Keneth Villalobos Ramírez kvillalobosr@ice.go.cr, coordinador GSA-P.G. Borinquen

jRamirezF@ice.go.cr

¡Somos sostenibilidad!

Figura 127. Oficio 4308-ARQ-017-2025, entrega de informe final de rescate arqueológico

Figura 128. Informe Final de Rescate Arqueológico en sitio Panales (G-944 Pn).

Propuesta marco de la gestión arqueológica PG Borinquen II

Se elaboró la propuesta marco de la gestión arqueológica del proyecto para la etapa de Borinquen II, en la cual se mencionan las obras constructivas de esta etapa, cómo se abordarán las evaluaciones, los diagnósticos, así como las supervisiones de movimientos de tierras, y si aplica, los rescates arqueológicos. Asimismo, propuesta de cronograma, equipo de trabajo, y educación comunitaria. Dicha propuesta fue presentada ante la Comisión Arqueológica Nacional y fue aproada mediante oficio CAN O-158-2025 (Figura 129).

COMISION ARQUEOLOGICA NACIONAL
San José, Costa Rica

CAN-O-158-2025
1 de octubre de 2025

Andrea Morales Araya
Arqueóloga
Consultora/ Investigadora

Estimada Sra.

Por este medio le comunicamos el acuerdo tomado por la Comisión Arqueológica Nacional (CAN) en su Sesión Ordinaria N° 32-2025 de fecha 30 de setiembre del 2025:

Acuerdo N° 11

La CAN una vez leída y analizada la "Propuesta marco de arqueología Proyecto Geotérmico Borinquen II", y que se presentó la carta de autorización de ingreso al terreno y de contenido presupuestario firmada por el señor Gustavo Hernández Carvajal, Director Proyecto Geotérmico Borinquen I y II, así como la carta de solicitud del estudio, acuerda que el documento presentado se encuentra apropiado en contenido y forma.

Las fechas aprobadas para los estudios según cada obra son las siguientes: Plazoleta PLB- 07, Estación Separadora 07, caminos de acceso varios, ampliación de laguna LGB-07: **de setiembre del 2025 a julio del 2026**. Plazoleta PLB- 06, Estación Separadora ESB-06, caminos de acceso varios a PLB-06, Escombrera #4 y #5: **de octubre del 2025 a noviembre del 2026**. Plazoleta PLB-10 y camino de acceso: **de octubre del 2026 a abril del 2028.** Ampliación Plazoleta PLB-08: **de octubre del 2027 a mayo del 2028.** Ampliación de Plazoleta PLB-09: **de mayo del 2026 a mayo del 2026.** Tierra para relleno: **de marzo del 2028 a enero del 2029.** Nuevas obras provisionales: **de mayo del 2028 a noviembre del 2028.** El laboratorio o lugar donde se realizará el procesamiento y análisis de los materiales se ubicará ubicado dentro de las instalaciones de Gestión Socioambiental dentro del PG Borinquen.

Recordar que, según lo dispone el numeral 12 de la Ley No 6703 el Departamento de Antropología e Historia debe realizar la supervisión de los trabajos arqueológicos de campo y laboratorio. Cualquier modificación, cambio o ampliación en los objetivos, metodología de campo y laboratorio, cronograma, personal, jornada de trabajo, lugar de laboratorio, y todos aquellos aspectos nuevos no examinados o contemplados en

comisionarqueologicanacional@mcj.go.cr
Tel (506) 2211 5870 –Apartado Postal 749-1000 San José, Costa Rica

COMISION ARQUEOLOGICA NACIONAL
San José, Costa Rica

la propuesta del presente estudio arqueológico autorizado por la CAN se deben informar y solicitar obligatoriamente de previo mediante carta formal para su respectivo análisis y correspondiente aprobación por esta Comisión. Únicamente una vez aprobadas dichas modificaciones, cambios o ampliaciones por este órgano colegiado se podrán implementar para el supracitado estudio. La anterior solicitud debe contar con su referida justificación. La omisión o puesta en práctica de modificaciones, cambios o ampliaciones sin previo asentimiento de la CAN puede conllevar la revocación de la autorización del estudio arqueológico. Lo anterior en acatamiento a lo dispuesto en la Circular CAN-15-2020. Es obligación del profesional en arqueología responsable del estudio estar presente (de forma permanente) durante la ejecución de los trabajos de campo y laboratorio. Dicha responsabilidad no se podrá delegar en ninguna otra persona, sin previa justificación y autorización de la CAN. **ACUERDO FIRME**.

Sin otro particular, se despide atentamente,

VIVIANA SANCHEZ AVENDAÑO (FIRMA)

Firmado digitalmente por VIVIANA SANCHEZ AVENDAÑO (FIRMA)
Fecha: 2025.10.01 11:51:00 -06'00'

Viviana Sánchez Avendaño
Secretaria CAN

Elaborado por: Viviana Sánchez A.
Revisado por: Comisión Arqueológica Nacional

🗁: Archivo CAN

comisionarqueologicanacional@mcj.go.cr
Tel (506) 2211 5870 –Apartado Postal 749-1000 San José, Costa Rica

Figura 129. Aprobación CAN propuesta marco de arqueología.

Supervisión de movimientos de tierra

Las supervisiones de movimientos de tierra se realizan en atención a las recomendaciones de las evaluaciones arqueológicas establecidas en los informes aprobados por la Comisión Arqueológica Nacional.

Supervisión de movimientos de tierra para obra tierra para relleno para Casa máquinas, en Plazoleta PLB-09

Se realizó supervisión de movimientos de tierra para excavación en seguimiento a las recomendaciones de Karel Soto (2017) en "Evaluación Arqueológica en el Proyecto Geotérmico Borinquen I. Etapa V. Ampliación de la Plazoleta PGB-09 , evaluación aprobada en sesión ordinaria N°35-2017 mediante oficio MCJ-CAN-O-287-2017, donde indica: "*Se recomienda realizar monitoreo de movimiento de tierras por parte de un profesional en arqueología, con el objetivo de proteger algún rasgo o estructura no detectada durante la evaluación arqueológica*". Se inició con el monitoreo de movimientos de tierras en una loma cortada que forma parte de un talud en la plazoleta PLB-09. Este movimiento de tierras corresponde al corte de una loma, donde se pretende obtener tierra para relleno en un sector de Casa de máquinas.

Esta supervisión de movimientos de tierra abarca un área de 12 m de ancho x 90 m de largo. Durante dicho monitoreo solamente se observan fragmentos de cuerpo dispersos. No obstante, el día 11 de septiembre, al empezar con la retroexcavadora cortes donde aparece la capa de tefra se observaron unas piedras, pero sin presencia de material cerámico ni lítico. Después, la retroexcavadora a 2 m más largo de donde se observaron las piedras, al continuar excavando la tefra, salieron más piedras de similar tamaño y fragmentos cerámicos de gran espesor. De modo que se suspenden los movimientos en este sector, se revisa y hay más presencia de piedras en forma semicircular de las movidas por la maquinaria y se notificó inmediatamente al Departamento de Antropología e Historia del Museo Nacional, mediante oficio 308-ARQ-011-2025 y como respuesta por medio de oficio CAN-O-138-2025 se autoriza a la excavación del posible rasgo (Figura 130).

COMISION ARQUEOLOGICA NACIONAL
San José, Costa Rica

CAN-O-138-2025
16 de setiembre de 2025

Andrea Morales
Arqueóloga
Consultora/ investigadora

Estimada Sra.

Por este medio le comunicamos el acuerdo tomado por la Comisión Arqueológica Nacional (CAN) en su Sesión Ordinaria N° 30-2025 de fecha 16 de setiembre del 2025:

Acuerdo N° 7

La CAN una vez leído y analizado el oficio 4308-ARQ-011-2025 del 11 de septiembre de 2025, donde se notifica el hallazgo de un posible rasgo cultural en el sitio arqueológico Los Planes (G-943 LP), le informa que se considera adecuada la suspensión de movimientos de suelo dada la presencia de un rasgo aparentemente arquitectónico y de material cerámico precolombino. A la vez, se le autoriza a proceder un rescate súbito en el área de 4x3 m donde se concentra la evidencia. No obstante, es importante señalar que, en caso de que se detecten nuevos rasgos en otras zonas aledañas, se deberán paralizar las obras, informar tanto al MNCR como a la CAN y plantear un proceso de rescate arqueológico tradicional. **ACUERDO FIRME**.

Sin otro particular, se despide atentamente,

VIVIANA SANCHEZ AVENDAÑO (FIRMA)

Firmado digitalmente por VIVIANA SANCHEZ AVENDAÑO (FIRMA)
Fecha: 2025.09.16 13:27:09 -06'00'

Viviana Sánchez Avendaño
Secretaria CAN

Elaborado por: Viviana Sánchez A.
Revisado por: Comisión Arqueológica Nacional

🗁: Archivo CAN

comisionarqueologicanacional@mcj.go.cr
Tel (506) 2211 5870 –Apartado Postal 749-1000 San José, Costa Rica

Página **1** de **1**

Figura 130. Autorización de rescate súbito.

Excavación rescate súbito de rasgo cultural 1, sitio Los Planes G-943 LP, en PLB-09.

El rescate súbito lo llevó a cabo la arqueóloga María Rojas Sáenz, e inició el día 22 de septiembre y finalizó el 17 de octubre del 2025, se identificó una estructura en forma ovalada realizada con cantos de ríos y lajas, además, se recuperaron fragmentos de cerámica y lítica (Figura 131).

Figura 131. Inició de la excavación rescate súbito.

Debido a la extensión del Rasgo Cultural 1, se realizó una ampliación del área excavada, por lo cual se abrieron un total de 44 cuadros de 1x1 m, la Comisión Arqueológica recomendó abarcar más área de excavación con el objetivo de descartar la presencia de más estructuras en el sitio, esto mediante el oficio CAN-O-188-2025 (Figura 132).

COMISION ARQUEOLOGICA NACIONAL
San José, Costa Rica

CAN-O-188-2025
22 de octubre de 2025

Felipe Solís
Arqueólogo Supervisor
María Rojas
Arqueóloga Consultora

Estimables profesionales.

Por este medio le comunicamos el acuerdo tomado por la Comisión Arqueológica Nacional (CAN) en su Sesión Ordinaria N° 35-2025 de fecha 21 de octubre del 2025:

Acuerdo N° 15

La CAN se da por enterada y da acuse de recibido informe INF_MNCR-DAH-143-2025. Informe de visita de supervisión al trabajo "Rescate Súbito, Rasgo Cultural 1, Sitio Los Planes (G-943 LP)" en el Proyecto Geotérmico Borinquen, Cañas Dulces, Liberia. Además, se solicita a la arqueóloga encargada de la investigación, la señora María Rojas que acate las recomendaciones consignadas en dicho informe por parte del arqueólogo fiscalizador Felipe Solís del DAH. Asimismo, se solicita atender lo relacionado con el punto 6 del documento, ya que se está alertando acerca de la incertidumbre de la presencia de otros rasgos similares, para lo cual se debe acatar lo indicado en el oficio CAN-O-138-2025, Acuerdo N° 7 "*No obstante, es importante señalar que, en caso de que se detecten nuevos rasgos en otras zonas aledañas, se deberán paralizar las obras, informar tanto al MNCR como a la CAN y plantear un proceso de rescate arqueológico tradicional*". **ACUERDO FIRME**.

Sin otro particular, se despide atentamente,

VIVIANA SANCHEZ AVENDAÑO (FIRMA) Firmado digitalmente por VIVIANA SANCHEZ AVENDAÑO (FIRMA) Fecha: 2025.10.22 11:14:26 -06'00'

Viviana Sánchez Avendaño
Secretaria CAN

Elaborado por: Viviana Sánchez A.
Revisado por: Comisión Arqueológica Nacional

Archivo CAN

comisionarqueologicanacional@mcj.go.cr
Tel (506) 2211 5870 –Apartado Postal 749-1000 San José, Costa Rica

Página 1 de 1

Figura 132. Resolución para extender el área a excavar.

Al continuar excavando se logró identificar la extensión del Rasgo Cultural 1, que mide aproximadamente de largo 3,30 m y de ancho 2,80 m (Figura 133) y la estructura está compuesto por tres capas de rocas superpuestas una encima de la otra. Además, se observaron altas densidades de material cerámico fragmentario dentro del rasgo en los cuadros 3 y 11.

Figura 133. Rasgo Cultural 1 sector noreste.

Al continuar con las excavaciones en los cuadros en el sector sureste no se halló continuidad de las estructuras ni se recuperó material fragmentario arqueológico, por lo cual se descartó seguir abriendo más cuadros en este sector (Figura 134).

Figura 134. Excavación de los 12 cuadros, ubicados al sureste.

Al finalizar la excavación, se removió la estructura del Rasgo Cultural 1, con el objetivo de ver si esta continuaba o si se presentaba más evidencia arqueológica. Además, se hicieron unos pozos de cateo en varios cuadros (3,7, 20,26) que se llegaron al nivel 11 (112-122 cm) de profundidad para descartar la presencia de más materiales arqueológicos (Figura 135).

Figura 135. Finalización de la excavación.

Como parte de los resultados preliminares del trabajo de laboratorio, se contabilizaron 2 artefactos líticos, 6 fragmentos líticos y 721 fragmentos cerámicos. Se pudieron hacer las reconstrucciones de cuatro vasijas, de las cuales 1 fue posible pegar el borde y parte del cuello por lo cual puede apreciar su forma de jarrón (Figura 136).

Figura 136. Vasija reconstruida,

La entrega de materiales se llevó a cabo el 13 de noviembre en el Departamento de Protección del Patrimonio Cultural en la sede Fabio Góngora del Museo Nacional de Costa Rica, la entrega contó con un total de 7 cajas, las cuales fueron recibidas a través del oficio OFI_MNCR-DPPC-234-2025 (Figura 137).

esencial COSTA RICA | MINISTERIO DE CULTURA Y JUVENTUD | GOBIERNO DE COSTA RICA | MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA

DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL

San José, 13 de noviembre de 2025
OFI_MNCR-DPPC-234-2025

Señores o Señoras

Comisión Arqueológica Nacional

Presente

Asunto: Reporte de recepción satisfactoria de materiales arqueológicos producto de los Monumentos Sitio Los Planes (G-943LP).

Estimados(as) Señores (as):

Por este medio reportamos la recepción a satisfacción de los materiales arqueológicos producto de estudios arqueológicos autorizados por la CAN, con el fin de incorporarlos en las colecciones en custodia del Museo Nacional de Costa Rica cuya información a continuación detallo:

INVESTIGADOR (A)	María Jesús Rojas Sáenz
# DE CÉDULA INVESTIGADOR (A)	3 – 0506 – 0565.
AUTORIZACIÓN DE LA CAN	CAN-O-138-2025.
PROYECTO	Proyecto "Rescate Súbito. Sitio Los Planes (G-943LP), Rasgo Cultural 1, Cañas Dulces, Liberia, Guanacaste, Proyecto Geotérmico Borinquen, ICE".
MONUMENTO(S)	Sitio Los Planes (G-943LP)
CANTIDAD DE CAJAS Y BULTOS ENTREGADOS	6 cajas de material fragmentario. # de artefactos: 2 (27 – 28). # de Operación (es): 1 (4). # de muestras de carbón: 3. # muestras de fauna: ninguna. # muestras de restos óseos Humanos: ninguna. # de muestras botánicas: 9. # de bultos: ninguno. (7 cajas en total).
DIA DE LA RECEPCION Y VERIFICACION	13/11/2025
VERIFICADO POR	María Carolina Barrientos Marín

MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA
Depto. Protección del Patrimonio Cultural | Teléfono 2211-5850
Correo: proteccion@museocostarica.go.cr | Sitio web: www.museocostarica.go.cr

Figura 137. Reporte de recepción de materiales del Departamento de Protección del Patrimonio Cultural.

Actualmente, se trabaja en la elaboración del informe técnico que se debe entregar a la Comisión Arqueológica Nacional (CAN), para que se reanuden la continuidad de las obras en la plazoleta 9 (Figura 138).

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD

PROYECTO GEOTÉRMICO BORINQUEN

INFORME FINAL DEL RESCATE SÚBITO DEL RASGO CULTURAL 1, SITIO LOS PLANES (G-943 LP), CAÑAS DULCES, LIBERIA, GUANACASTE

María Jesús Rojas Sáenz

SETENA CI-020-25

Diciembre del 2025

Figura 138. Informe Final del Rescate Súbito del Rasgo Cultural 1 del sitio Los Planes G-943 LP.

Supervisión de movimientos de tierras para obra reubicación de tanque de agua

El día 11 de noviembre del 2025, se realizó una supervisión de movimientos de tierra para la reubicación de tanque de agua de 5 mil litros, el área excavada fue de un 2,5 x 2,5 m (Figura 139), en el sector asociado al sitio arqueológico Ajuate G-941 Aj, cerca de casa de máquinas. En dicho monitoreo, solo se observó un fragmento cerámico, el cual se fue arrastrado por las lluvias hasta el lugar, debido a que se encontraba lavado y sin tierra sobre el terreno.

Figura 139. Excavación para reubicar el tanque de agua.

Evaluación arqueológica para obra "Plazoleta PLB-07, Estación Separadora ESB-07, Ampliación Laguna LGB-07 y Camino de Acceso a Laguna 07 LGB-07, sitios Búfalos (G-942 Bf) y Los Planes (G-943 LP), Cañas Dulces, Liberia, Guanacaste".

Se realizó propuesta de evaluación arqueológica, la cual fue aprobada mediante oficio CAN-O-168-2025 (Figura 140), la cual corresponde a 10 ha aproximadamente, con un total de 981 pozos cada diez metros para sitio Búfalos G-942 Bf y 194 pozos de sondeo (Figura 141 y Figura 142), igual manera cada 10 m asociado a Los Planes G-943 LP.

El trabajo de campo inició el 18 de octubre de 2025 y hasta el momento se han excavado 344 pozos. Cabe mencionar, que se encuentra material cultural precolombino a profundidades de 2 m, debajo de capa de tefra, lo cual, hasta este momento no se tenía evidencias de ocupación más temprana.

Simultáneamente, se realiza trabajo de laboratorio como lavado, secado, y marcado de material. Además, se empieza a procesar datos como la

cuantificación.

COMISION ARQUEOLOGICA NACIONAL
San José, Costa Rica

CAN-O-168-2025
8 de octubre de 2025

Andrea Morales
Arqueóloga
Consultora/ investigadora

Estimada Sra.

Por este medio le comunicamos el acuerdo tomado por la Comisión Arqueológica Nacional (CAN) en su Sesión Ordinaria N° 33-2025 de fecha 7 de octubre del 2025:

Acuerdo N° 8

La CAN una vez leída y analizada la "Propuesta de evaluación arqueológica para Plazoleta PLB-07, Estación Separadora ESB-07, Ampliación Laguna LGB-07 y Camino de Acceso a Laguna 07 LGB-07, sitios Búfalos (G-942 Bf) y Los Planes (G-943 LP), Cañas Dulces, Liberia, Guanacaste", Segunda versión, y que se presentaron los respectivos documentos a saber: Formulario Solicitud Estudio Arqueológica Costa Rica, carta de autorización de ingreso al terreno inscrito ante el Registro Nacional bajo los Planos Catastros №: G-2039407-2018 y G-1982411-2017 y la carta con contenido presupuestario ambas firmadas por el señor Gustavo Hernández Carvajal Director del Proyecto Geotérmico Borinquen I y II, así como la carta de solicitud del estudio, acuerda que el documento presentado se encuentra apropiado en contenido y forma.

Las fechas aprobadas para la evaluación son las siguientes: 1. Plazo propuesto para el trabajo de campo: **07/10/2025 al 29/11/2025.** 2. Plazo propuesto para el análisis de laboratorio: **11/03/2026 al 02/05/2026**. 3.Fecha de entrega de materiales e inventarios al DPPC-MNCR: **07/05/2026.** 4. Fecha de entrega a la CAN de dos copias impresas del informe final y lo que especifica el punto I-B-3 del presente formulario: **04/06/2026.** El laboratorio o lugar donde se realizará el procesamiento y análisis de los materiales se ubicará en las instalaciones de Gestión Socioambiental dentro de P.G. Borinquen, en Buena Vista, Cañas Dulces, Liberia.

Recordar que, según lo dispone el numeral 12 de la Ley No 6703 el Departamento de Antropología e Historia debe realizar la supervisión de los trabajos arqueológicos de campo y laboratorio. Cualquier modificación, cambio o ampliación en los objetivos, metodología de campo y laboratorio, cronograma, personal, jornada de trabajo, lugar de laboratorio, y todos aquellos aspectos nuevos no examinados o contemplados en la propuesta del presente estudio arqueológico autorizado por la CAN se deben informar y solicitar obligatoriamente de previo mediante carta formal para su

comisionarqueologicanacional@mcj.go.cr
Tel (506) 2211 5870 –Apartado Postal 749-1000 San José, Costa Rica

COMISION ARQUEOLOGICA NACIONAL
San José, Costa Rica

respectivo análisis y correspondiente aprobación por esta Comisión. Únicamente una vez aprobadas dichas modificaciones, cambios o ampliaciones por este órgano colegiado se podrán implementar para el supracitado estudio. La anterior solicitud debe contar con su referida justificación. La omisión o puesta en práctica de modificaciones, cambios o ampliaciones sin previo asentimiento de la CAN puede conllevar la revocación de la autorización del estudio arqueológico. Lo anterior en acatamiento a lo dispuesto en la Circular CAN-15-2020. Es obligación del profesional en arqueología responsable del estudio estar presente (de forma permanente) durante la ejecución de los trabajos de campo y laboratorio. Dicha responsabilidad no se podrá delegar en ninguna otra persona, sin previa justificación y autorización de la CAN. **ACUERDO FIRME**.

Sin otro particular, se despide atentamente,

VIVIANA SANCHEZ AVENDAÑO (FIRMA)
Firmado digitalmente por VIVIANA SANCHEZ AVENDAÑO (FIRMA)
Fecha: 2025.10.08 09:43:24 -06'00'

Viviana Sánchez Avendaño
Secretaria CAN

Elaborado por: Viviana Sánchez A.
Revisado por: Comisión Arqueológica Nacional

🗁: Archivo CAN

comisionarqueologicanacional@mcj.go.cr
Tel (506) 2211 5870 –Apartado Postal 749-1000 San José, Costa Rica

Página **2** de **2**

Figura 140. Resolución CAN probación de propuesta.

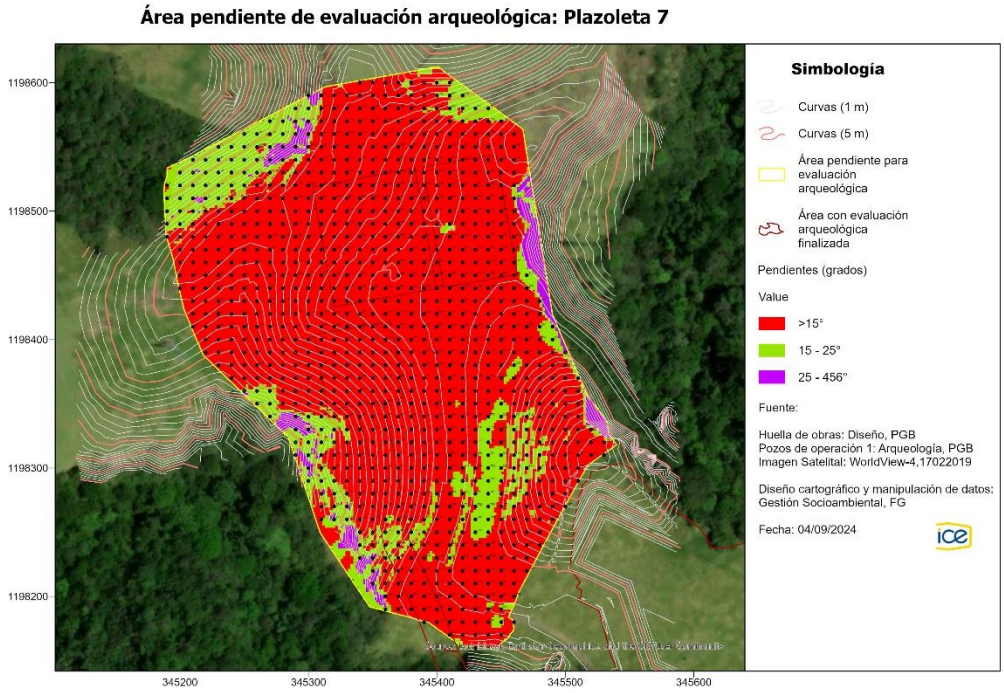


Figura 141. Ubicación pozos sitio Búfalos G-942 Bf.

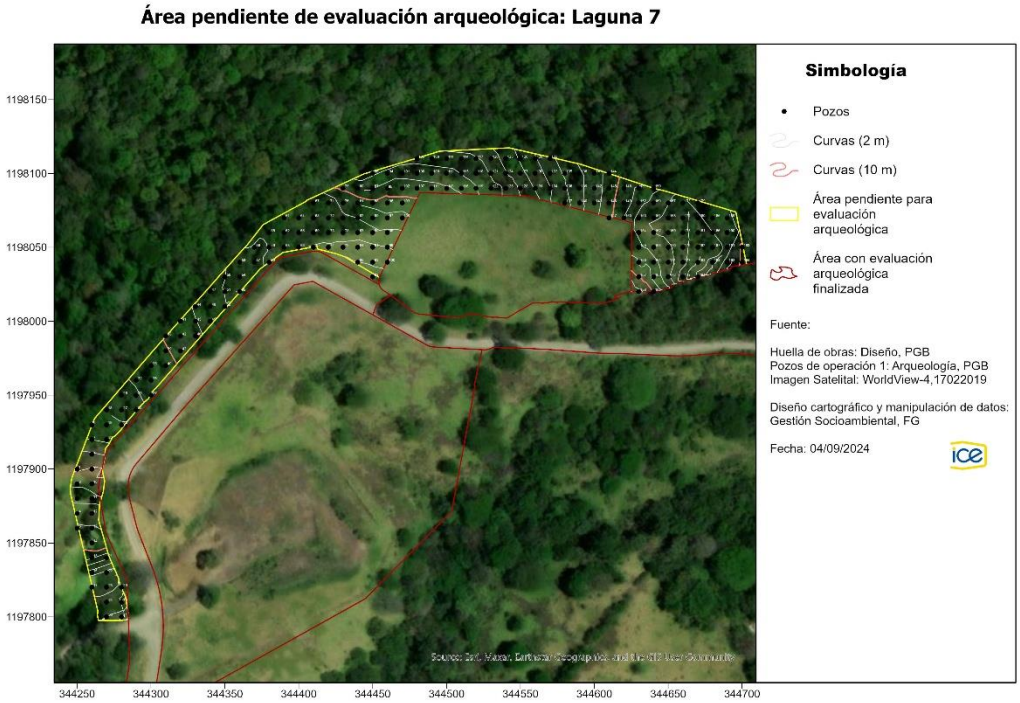


Figura 142. Ubicación pozos, sitio Los Planes G-943 LP.

Figura 143. Trabajo de campo: pozo de sondeo arqueológico.

Medida MSPGB 20. Pasos de ganado y estabilización de taludes.

Con la adquisición de los terrenos para el desarrollo de la obra constructiva del proyecto, el ganado no tendrá paso por el área proyecto, por tanto, la medida no aplica.

Con relación a la estabilización de taludes, lo referente en Medida MBPGB 02. Plan de restauración de coberturas vegetales.

Medida MSPGB 21. Plan de acción para movimiento de maquinaria (hoteles).

Para la realización de actividades de traslado equipo de perforación hacia el proyecto se coordina el acompañamiento de escoltas para proveedores. Además, se notifica a los hoteles y comunidades cuando se realizan movimientos fuera de lo habitual hacia el proyecto para que se tomen las medidas de prevención correspondientes e interferir lo menos como sea posible en sus actividades.

Instituto Costarricense de Electricidad
Gerencia de Electricidad
Proyecto Geotérmico Borinquen I

Traslado de Equipo de Perforación

Informa sobre la movilización del equipo de perforación desde el Campo Geotérmico Las Pailas, Curubande hacia el Proyecto Geotérmico Borinquen en Cañas Dulces.

La ruta involucra el paso por los siguientes sectores:

- Pailas-Curubandé-Agua Fría-El Cedro- El Pital -Hotel Buena Vista-PGB

Período del traslado: Del 17 de septiembre al 25 de septiembre 2025.
Horario diario del recorrido: 10:00 am a 1:00 pm.

El personal ICE realizará control del tránsito vehicular, mediante vehículo escolta para cargas largas y anchas con el propósito de brindar seguridad y fluidez en carretera.

Agradecemos considerar este traslado dentro de sus actividades diarias y transitar por las vías con precaución.

800-436-837-642 (800GEOTERMIA)
Horario: L-V de 7:00 am a 5:00 pm
Correo electrónico: Gsborinquen@ice.go.cr / infogeotermia@ice.go.cr

Figura 143. Comunicado de traslado de perforadora a Partes Interesadas.

Los caminos del área proyecto utilizados para el movimiento de materiales y maquinaria fueron adquiridos por el ICE, el consenso con los propietarios para el respectivo paso de la maquinaria no aplica.

Medida MSPGB 22. Protocolo de manejo de sustancias peligrosas y plan de acción de traslado.

En el periodo no se realizaron traslados de explosivos o aditivos que representen un alto nivel de riesgo en la ruta de acceso al proyecto.

Medida MSPGB 23. Protocolo para aislamiento del ganado.

Con la adquisición de los terrenos para la construcción de las obras del Proyecto se procedió a validar con el propietario del Hotel Borinquen la colocación de cerca perimetral para evitar el ingreso del ganado a propiedad ICE. Ver detalles en Medida MSPGB 13. Actividad turística y ruta de la geotermia.

Medida MSPGB 24. Monitoreo del pH de lluvia, H_2S, tejido de pastos y frutales.

Durante el presente periodo de informe no se realizaron actividades asociadas a esta medida.

Medida MSPGB 25. Plusvalía de las tierras.

La adquisición de los terrenos del Área Proyecto es un referente del valor de la tierra en las comunidades del AID, sumado a la finalización de la construcción del proyecto. Sin embargo, cada propietario (a) en particular presenta condiciones específicas para valorar la plusvalía de su propiedad.

El mejoramiento de la infraestructura vial en las comunidades del área de influencia directa (mejoras en caminos, construcción de aceras, construcción de puentes, colocación de pasos de alcantarilla) la construcción de obras de infraestructura deportiva (Agua Fría) y el mejoramiento de servicios básicos (perforación de pozo de agua en la comunidad El Cedro) y contar con una nueva línea de distribución eléctrica trifásica (disponibilidad de instalar maquinaria industrial con alta demanda eléctrica) y la instalación de fibra óptica a lo largo de la misma línea de distribución eléctrica, son elementos que representan el incremento en el valor de las propiedades ubicadas en dicha zona, sumado al interés de compra de lugareños del distrito central de Liberia u otros zonas de Guanacaste.

Medida MSPGB 26. Consumo de agua de la planta geotérmica.

La laguna de almacenamiento de la PLB 05 es utilizada para la operatividad de los procesos del Proyecto (Figura 144), el agua se distribuye por gravedad, su uso es racional, se amplía su capacidad de almacenamiento según el avance de las obras.

Figura 144. Laguna de almacenamiento para agua de trabajo.

Ante la identificación de sitios de toma de agua en el Proyecto, se dispone de permiso de aprovechamiento de agua mediante expediente 20367 ante la Dirección de Aguas del MINAE.

LÍNEA DE TRANSMISIÓN

Medida MTPGB 01. Paisaje, uso de postes LT.

No aplicó para este período.

Medida MTPGB 02. Control de polvo y sedimentos LT.

No aplicó para este período.

Medida MTPGB 03. Control y manejo de derrames de aceite aislante de transformadores LT.

No aplicó para este período.

Medida MTPGB 04. Manejo de desechos sólidos y líquidos LT.

No aplicó para este período.

Medida MTPGB 05. Paisaje, subestación eléctrica tipo compacto y encapsulada LT.

No aplicó para este período.

Medida MTPGB 06. Educación comunal sobre campos electromagnéticos LT.

No aplicó para este período.

Medida MTPGB 07. Plan de clasificación y manejo de residuos producto del proceso constructivo y manejo de aguas residuales LT.

No aplicó para este período.

Medida MTPGB 08. Sistema GIS o encapsulado, optimización de uso y sistema de iluminación de la subestación LT.

No aplicó para este período.

LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

Medida MLDPGB 01. Plan de relación con propietarios LD.

No aplicó para este período.

Medida MLDPGB 02. Plan de relación con instituciones LD.

No aplicó para este período.

Medida MLDPGB 03. Plan de selección de ruta para LD.

No aplicó para este período.

Medida MLDPGB 04. Plan de manejo de residuos.

No aplicó para el presente periodo de informe.

Medida MLDPGB 05. Identificación de sitios y dispositivos para reducir la electrocución de fauna

Dispositivos anticolisión

Las aves son un grupo que se ve fuertemente afectado por la construcción de infraestructuras que cuentan con ventanas y puertas de cristal. Estos animales tienden a colisionar con los cristales porque visualizan el reflejo de la vegetación a través de las ventas, lo cual, provoca que continúen con su vuelo debido a que no logran diferenciar entre el hábitat y la estructura. Por lo anterior, se han instalado adhesivos que son siluetas de aves que se pegan en la parte externa de las ventanas, hasta el momento no se han reportado colisiones de aves, sin embargo, se espera que estos dispositivos eviten este tipo de accidentes.

Dispositivos antiescalamiento

Las láminas antiescalamiento son dispositivos creados para evitar que la fauna silvestre escale a través de los anclajes de los postes. La finalidad es minimizar la muerte por electrocución de mamíferos arborícolas, por ejemplo: zorros, martillas, osos perezosos, osos hormigueros, monos entre otros (Figura 145). En el periodo no se instalaron láminas antiescalamiento.

Figura 145. Dispositivos antiescalamiento. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Medida MLDPGB 06. Plan de comunicación y relación con las comunidades.

No aplicó para el presente periodo de informe.

ESTADO DE AVANCE CONSTRUCTIVO

<u>Informe de Avance Constructivo OBRAS SUPERFICIALES DE CAMPO PG Borinquen</u>

Fecha de corte: 21 de noviembre del 2025

Avance constructivo: 54,60%

Introducción

En el presente informe tiene como objetivo dar seguimiento a las obras Civiles y Metalmecánicas que se desarrollan en el Proyecto Geotérmico Borinquen I, además de esto, informar sobre las actividades próximas a iniciar, así como las afectaciones que se han presentado en los procesos constructivos.

1) **Casa de Maquinas**

En el periodo no se ejecutaron trabajos en Casa de Maquinas.

2) **Ruta Norte PL05 – SAT 05 – Ruta Especial Norte -Ampliación Norte-UV1**

Esta Ruta Norte está concluida a nivel de movimiento de tierra.

Es esta Ruta Norte se contemplan los siguientes trabajos civiles:

a) Colocación de 142 cimientos para soportar la Tubería Metálica de fluido Bifásico.
b) Colocación de 224 cimientos para soportar la Tubería Metálica de fluido de vapor.
c) Colocación de 304 cimientos para soportar la Tubería Metálica de fluido de salmuera.
d) Construcción de 5 Paso Ductos (Estructura de concreto bajo el nivel de rasante del camino vehicular para que pasase la Tubería Metálica).
e) Construcción de Muro de Retención de la estación 1+020 a estación 1+220.
f) Construcción de 3935m lineales de cunetas en Bermas
g) Construcción de 370m lineales de disipadores secundarios y disipador principal.
h) Colocación de pasos de Alcantarillado Pluvial en caminos de paso vehicular.
i) Colocación de 4979m Alcantarillado de fluidos condensados del Sistema de Reinyección.
j) Colocación de lastre en camino de paso vehicular junto a cimientos.
k) Construcción de 920m de cuneta en paso vehicular.
l) Estabilización de Taludes.
m) Rescate Arqueológico.

2.1 Actividades finalizadas:

- Colocación de 142 cimientos para soportar la Tubería Metálica de fluido Bifásico.
- Colocación de 224 cimientos para soportar la Tubería Metálica de fluido de vapor.
- Colocación de 304 cimientos para soportar la Tubería Metálica de fluido de salmuera.
- Construcción de 5 Paso Ductos
- Construcción de Muro de Retención de la estación 1+020 a estación 1+220.
- Construcción de 4251m lineales de cunetas en Bermas
- Construcción de 367.95 m lineales de disipadores secundarios y principal.
- Colocación de 3409 m Alcantarillado de fluidos Condensados del Sistema de Reinyección.
- Colocación de lastre en camino de paso vehicular junto a cimientos.
- Construcción de 713m de cuneta en paso vehicular.
- Rescate Arqueológico.

2.2 Actividades en ejecución:

- Construcción de cunetas en Bermas.
- Construcción de disipadores secundarios.
- Colocación de pasos de Alcantarillado Pluvial en caminos de paso vehicular.
- Colocación de Alcantarillado de fluidos Condensados del Sistema de Reinyección.
- Protección de Taludes mediante Hidrosiembra.

Construcción de Disipadores

Figura 146. Construcción de disipadores.

Figura 147. Tubería de fluidos condensados SRF.

Figura 148. Construcción de cunetas en bermas.

2.3 Actividades próximas a dar inicio:

- No se tienen actividades próximas a iniciar debido a que los trabajos civiles principales relacionados a esta Ruta han finalizado y se trabaja en actividades que han iniciado desde periodos anteriores como lo son, manejos de aguas y estabilización de taludes.

2.4 Maquinaria y equipo utilizado:

- 1 excavadoras
- Compactadores tipo bota
- Plantas eléctricas de combustión
- 1 retroexcavador (Back Hoe)
- 3 auto mezcladora de 8m3
- 1 planta de concreto

2.5 Comentarios en general respecto a la ejecución:

Se han finalizado en un 100% los trabajos principales en esta ruta, pero se continúan las labores de manejos de aguas y estabilización de taludes.

Figura 149. Proceso constructivo Ruta Norte.

3) <u>Ruta Sur PL02 –ESB-02- UV1 – Ruta Especial</u>

Es esta Ruta Sur se contemplan los siguientes trabajos civiles:

- Colocación de 10 cimientos para soportar la Tubería Metálica de fluido Bifásico.
- Colocación de 194 cimientos para soportar la Tubería Metálica de fluido de vapor.
- Colocación de 120 cimientos para soportar la Tubería Metálica de fluido de salmuera.
- Construcción de 3 Paso Ducto (Estructura de concreto bajo el nivel de rasante del camino vehicular para que pasase la Tubería Metálica).
- Construcción de 1880m lineales de cuneta en Bermas.
- Construcción de 268m lineales de disipadores.
- Colocación de pasos de alcantarilla en camino de paso vehicular.
- Colocación de 2143m Alcantarillado de fluidos condensados del Sistema de Reinyección.
- Colocación de lastre en camino de paso vehicular junto a cimientos.
- Construcción de 640m de cuneta en paso vehicular.
- Estabilización de Taludes.

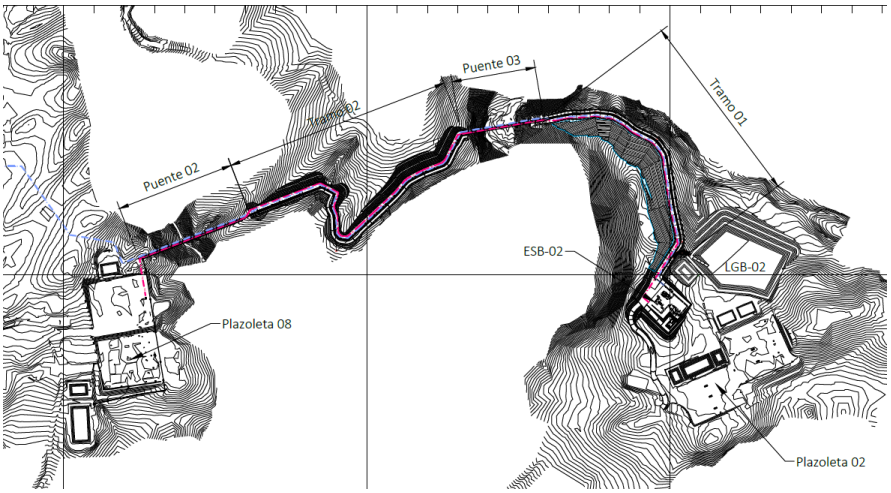


Figura 150. Diseño constructivo Ruta Sur.

3.1 Actividades finalizadas:

- Se finalizó la construcción de 10 cimientos para tubería bifásica
- Paso Ductos #6, #7 y #8 en obra gris.

3.2 Actividades en ejecución:

- Colocación de cimientos para soportar la Tubería Metálica de fluido de vapor.
- Colocación de cimientos para soportar la Tubería Metálica de fluido de salmuera.
- Estabilización de Taludes mediante Hidrosiembra.
- Colocación de Alcantarillado de fluidos condensados del Sistema de Reinyección.

3.3 Actividades próximas a dar inicio:

- Construcción de cunetas de concreto para manejo de aguas pluviales.
- Colocación de Tuberías de Polietileno del Sistema de Reinyección en Frio.
- Rellenos de aproximación de Paso ductos #6, #7 y #8.

3.4 Maquinaria y equipo utilizado:

- 2 excavadora
- Compactadores tipo bota
- Plantas eléctricas de combustión

- 1 retroexcavador (Back Hoe)
- 3 auto mezcladora de 8m3
- 1 planta de concreto

3.5 Comentarios en general respecto a la ejecución:

Se tienen finalizados los Paso Ductos #6, #7 y #8 pero no ha sido posible ejecutar los rellenos de aproximación debido a que no se cuenta con la totalidad de maquinaria solicitada y esto ha hecho que debamos priorizar actividades.

La estimación de colocación de cimientos de 194 unidades para la línea de vapor y 120 unidades en ruta de agua puede tener alguna variación de cantidad debido a que aún está pendiente el diseño de los pedestales de aproximación a los puentes tubos 2 y 3.

Figura 151. Pedestales Ruta Sur entre Puente #2 y Puente #3.

Figura 152. Paso Ductos #6, #7 y #8.

Figura 153. Tubería de Fluidos Condensados SRF.

4) **Laguna #5**

Como se tenía previamente indicado en el informe anterior con fecha de entrega 21.03.2025, esta obra se encuentra finalizada en lo referente a Obras Civiles, pero, los trabajos metalmecánicos que aún no se ejecutan son la fabricación y colocación de compuertas, escaleras y rejillas, las cuales por conveniencia del proyecto de instalaran en años posteriores para evitar su deterioro.

4.1 Actividades ejecutadas en este periodo:

Se construyó una Caja de Concreto para Válvulas que se tenía pendiente.

4.2 Comentarios en general respecto a la ejecución:

No se tienen comentarios.

5) **Laguna #2**

Se finaliza la colocación de la geomembrana, quedarán en pausa los trabajos metalmecánicos de fabricación y colocación de compuertas, escaleras y rejillas, las cuales por conveniencia del proyecto de instalarán en años posteriores para evitar su deterioro.

Figura 154. Laguna de Enfriamiento 02- Plazoleta 02 y Terraza de Estación Separadora 02.

5.1 Actividades en ejecución:

Protección de taludes.

5.2 Comentarios en general respecto a la ejecución:

No hay comentarios.

6) Obras Generales y de Servicios de Apoyo

Estas obras son:

1. Centro de Transferencia Gestión Ambiental.
2. Oficinas Departamento Gestión Ambiental.
3. Trabajos varios Departamento Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).
4. Restauración de caminos internos y externos en RCC (Caminos de Concreto Rodillado).
5. Edificio de activos y Almacenes.
6. Laboratorio Control Calidad.

6.1 Actividades finalizadas:

- Centro de Transferencia Gestión Ambiental.

- Oficinas Departamento Gestión Ambiental.
- Edificio de activos y Almacenes.
- Laboratorio Control Calidad.
- Trabajos varios Departamento Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).

6.2 Actividades en ejecución:

Todas las actividades originalmente listadas han sido finalizadas, pero se ha visto la necesidad de ejecutar una serie de nuevas actividades que tienen gran importancia para el Proyecto, entre estas nuevas actividades se están ejecutando las siguientes:

i. Trabajos de Mejoramiento del Sistema de Agua para consumo del Proyecto.
ii. Trabajo de Reutilización de Agua en la Planta de Concreto.

6.3 Actividades próximas a dar inicio:

iii. Mejoramiento de losa para despacho de combustible y lavado de vehículos.
iv. Mejoramiento de Taller Mecánico MET.

Figura 155. Construcción de Bodegas adicionales del Edificio de Activos y Almacenes.

7) Obras Eléctricas

El equipo brindó un soporte técnico continuo a las obras, asegurando la continuidad operativa del soporte eléctrico en los diferentes frentes de trabajo, destacando los trabajos de colocación de Malla de Puesta a Tierra en la Estación Separadora #5, además, en este periodo abarcaron diversas

actividades en el ámbito social, técnico y de coordinación con comunidades, así como soporte al Campamento Curubandé.

Figura 156. Montaje control automático de bomba ASADA El Cedro.

Figura 157. Mejoras en instalación eléctrica Colegio Cañas Dulces.

Figura 158. Colocación de malla tierra.

8) <u>Obras Comunales</u>

1. Diseño de Paso Vehicular (VADO) y paso peatonal sobre Rio Blanco en Curubandé.
2. Construcción de Paso Vehicular (VADO) y paso peatonal sobre el Río Blanco en Curubandé.
3. Diseño de Alcantarillado para Quebrada Agua Fría.
4. Conformación Camino y Colocación de Tratamiento Superficial. Bituminoso en 1.4 km en la comunidad de Agua Fría.
5. Construcción de Cunetas.

8.1 Actividades finalizadas:

1. Diseño de Paso Vehicular (VADO) y paso peatonal sobre Rio Blanco en Curubandé.
2. Construcción de Paso Vehicular (VADO) y paso peatonal sobre el Río Blanco en Curubandé.
3. Diseño de Alcantarillado para Quebrada Agua Fría.
4. Conformación Camino y Colocación de Tratamiento Superficial Bituminoso en 1.4 km en la comunidad de Agua Fría.

8.2 Actividades en ejecución:

1. No hay actividades en ejecución.

Figura 159. Conformación de Camino Curubandé - Agua Fría.

Figura 160. Colocación de alcantarillado y construcción de cunetas.

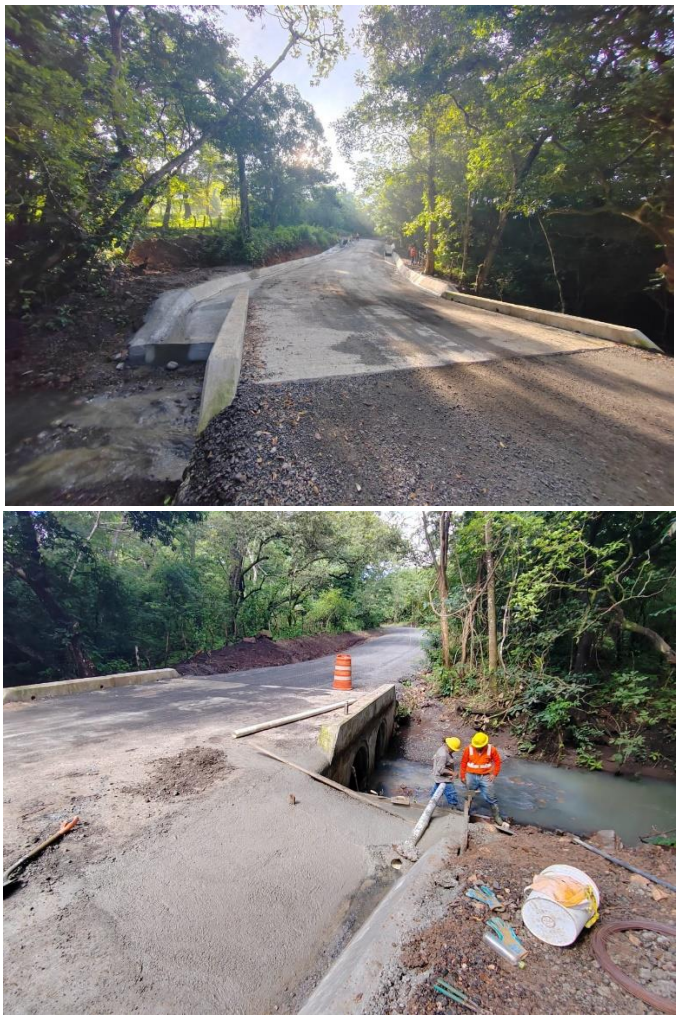


Figura 161. Paso vehicular sobre Quebrada Agua Fría.

8.3 Comentarios en general respecto a la ejecución:

En lo referente a la colocación de Tratamiento Superficial Bituminoso en la comunidad de Agua Fría se indica que existe un tramo de 350m en el que se llegó a un acuerdo con la comunidad de Liberia que consistió en que esta última gestionaría la construcción de cunetas de concreto en dicho tramo ya que estas no se encuentran dentro del alcance del proyecto y son necesarias antes de colocar el Tratamiento Superficial Bituminoso para asegurar su durabilidad.

9) Estación Separadora 05

En el mes de setiembre se inician los trabajos en este sitio, se inicia y concluye la colocación de cable de cobre de malla de tierra y se inician los trabajos civiles con la colocación de 34 cimientos para tuberías de acarreo de fluidos que estuvieron previamente prefabricados.

9.1 Actividades en ejecución:

- Construcción de cimientos para tuberías de acarreo de fluidos.
- Construcción de cimientos de silenciador.
- Construcción de cimientos de separador de mezcla.
- Cimientos de Caseta de Control.

9.2 Actividades próximas a dar inicio:

Se continúan las actividades en ejecución.

9.3 Comentarios en general respecto a la ejecución:

Esta Obra inició un mes posterior a la fecha programada debido a factores climáticos y a dificultades con l cantidad de maquinaria, pero se espera compensar el atraso y terminar en la obra civil en la fecha programada.

10) Estación Separadora 02

La excavación de la Terraza Principal se encuentra finalizada en el año 2024.

10.1 Actividades finalizadas:

Esta finalizada la conformación de la terraza.

10.2 Actividades en ejecución:

No hay actividades en ejecución.

10.3 Comentarios en general respecto a la ejecución:

Esta obra se posterga el inicio de obras constructivas para el año próximo 2026.

11) Manejo de Escombrera 01

La escombrera #1 es una obra diseñada para el acopio de material de excavación proveniente de los distintos sitios de excavación del proyecto, se va conformando en niveles mediante taludes y bermas, el manejo de aguas se mantiene mediante cunetas en tierra; en la fase final de cada escombrera se realiza un análisis para determinar si es necesario construir cunetas y disipadores en concreto y en cuales sectores construirlos, al igual, se

analizan los taludes para determinar si se requieren trabajos de estabilización adicionales en los mismos.

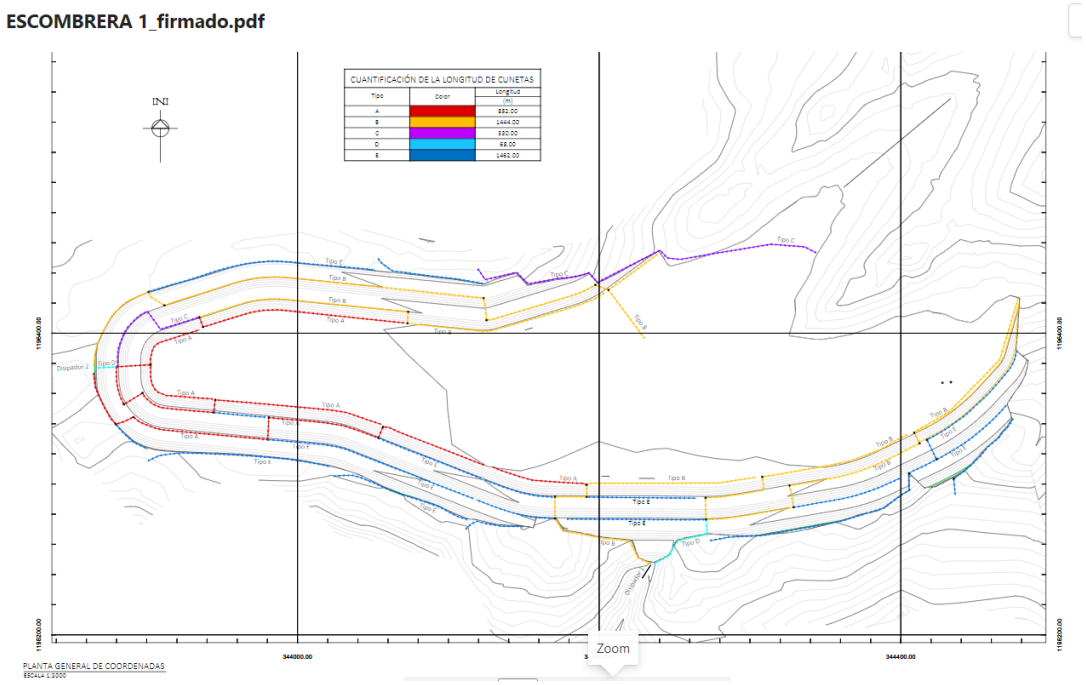


Figura 162. Diseño constructivo de la Escombrera 1.

11.1 Actividades finalizadas:

En esta obra no se registran actividades finalizadas ya que es un proceso que se extiende hasta que estén finalizados los movimientos de tierra o hasta que la escombrera llegue a su capacidad de diseño. Solo se menciona que se realizó un trabajo de manejo de aguas importante para dar protección a esta escombrera.

11.2 Actividades en ejecución:

La obra se desarrolla y avanza conforme son depositados los materiales de excavación. Se menciona que se realizó un trabajo de manejo de aguas importante para dar protección a esta escombrera.

11.3 Comentarios en general respecto a la ejecución:

Esta obra avanza al ritmo que avanzan las obras de movimiento de tierra o excavaciones, semanalmente se está dando seguimiento al avance y verificando elevación de los niveles de relleno según el diseño de la escombrera.

12) Manejo de Escombrera 02

La escombrera #2 es una obra diseñada para el acopio de material de excavación proveniente de los distintos sitios de excavación del proyecto, se va

conformando en niveles con taludes, bermas y cunetas para el manejo de aguas pluviales.

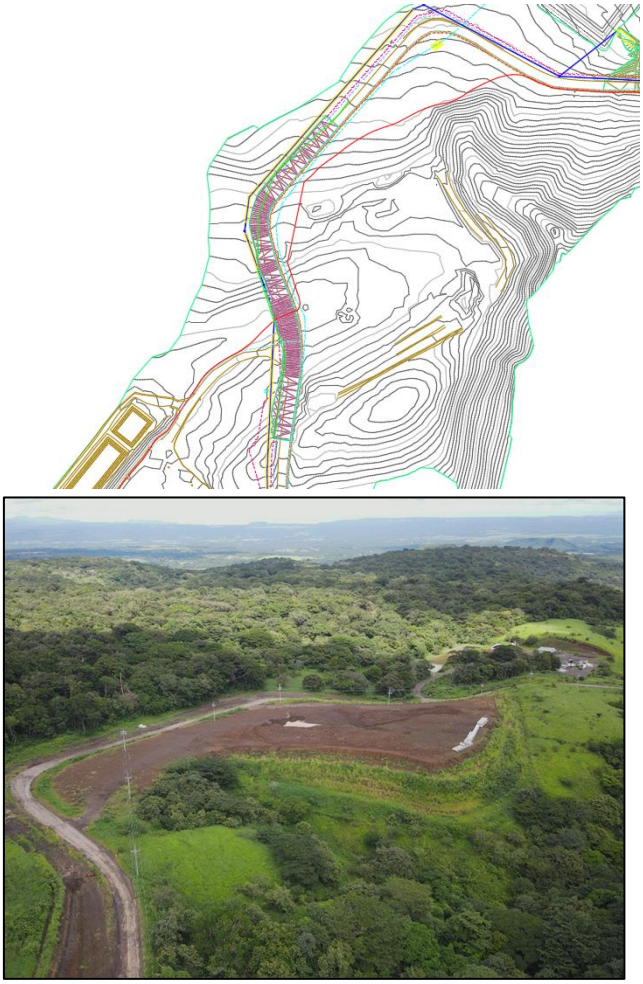


Figura 163. Diseño constructivo y fotografía aérea de la Escombrera 2.

12.1 Actividades finalizadas:

Esta obra no se registran actividades finalizadas pues va en proceso de conformación de dicha escombrera. También está en proceso de un rediseño para ampliar el volumen a depositar en ella

12.2 Actividades en ejecución:

La obra va desarrollándose y avanzando conforme van depositando materiales de excavación.

12.3 Comentarios en general respecto a la ejecución:

No se tienen comentarios.

13) Obras Metalmecánicas Taller Estructuras MET – Pailas

Estas obras o frente de trabajo, consiste en la fabricación y montaje de estructuras metalmecánicas a instalarse en distintas obras del campo geotérmico Borinquen, a saber; Placas metálicas para embebidos, apoyos metálicos para tubería, Silenciadores de Vapor y mezcla, Torres de monitoreo, Tanque de agua, Separadores, etc.

Figura 164. Estructuras metalmecánicas instaladas en campo.

14.1 Actividades finalizadas:

Fabricación de 10 silenciadores.

Figura 165. Estructuras metalmecánicas en campo, listos para instalar (Silenciadores).

Figura 166. Fabricación de 2 Torres de monitoreo.

14.2 Actividades en ejecución:

Colocación de aislamiento térmico en tubería metálica ruta norte de PLB-05 a ESB-05.

Figura 167. Instalación de aislante térmico a estructura de tuberías.

Figura 168. Fabricación de silenciadores de reposición.

Figura 169. Colocación de colectores de condensados.

14.3 Actividades próximas a dar inicio:

Montaje de tuberías de Salmuera y Vapor de Estación Separadora 05 a PL09 y Casa de Maquinas.

Figura 170. Montaje de tuberías de salmuera y vapor.

14.4 Comentarios en general respecto a la ejecución:

La ejecución de los diversos trabajos metalmecánicos avanza de la siguiente manera:

1-Avance en instalación de apoyos y colocación de tubería tanto de vapor como de salmuera en lo que es ruta norte de ESB-05 a casa de máquinas y PLB-09.

2-Avance en colocación de aislamiento de tubería metálica con fibra y geomembrana, hoy en día se ha instalado 650m de aislamiento en el bifásico de ruta norte exactamente de PLB-05 a ESB-05.

3-Avance en colocación de previstas para condensados en tubería de vapor.

4-Avance en fabricación de placas y apoyos metálicos para los pedestales tanto de ruta norte como de ruta sur.

ELABORÓ:

Ing. Fabián Orocú Chavarría
Jefatura de Construcción Proyecto Geotérmico Borinquen I
Ing. Michael Gutiérrez Solano
Enlace Ingeniería (MET-Diseño), PGB.

CUADRO DE SEGUIMIENTO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
COMPONENTE FÍSITO-QUÍMICO											
MFPGB 01	Movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 1G.	Calidad del aire	Contaminación del aire producto de la emisión de gases contaminantes por la combustión de hidrocarburos en motores.	Ley de tránsito por vías públicas terrestres - 7331 (Art.34, 35, 121)	1) Los vehículos que circulen por las carreteras deben contar con el permiso de circulación respectivo. (RTV y Marchamo). 2) La maquinaría, vehículos y equipo deben contar con un programa de mantenimiento, que garantice un funcionamiento eficiente de manera que las emisiones sean mínimas. 3) No se permitirá el uso de maquinaria, equipo o vehículos que presenten fugas de aceites, combustibles, ruptura en los sistemas de escape, ni desperfectos en los sistemas catalizadores.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto) **Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación** (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico – planta)	Reducir las emisiones de gases contaminantes producto de la combustión de hidrocarburos.	Costo asociado al propietario del vehículo (contrato) y al presupuesto de mantenimiento de la maquinaria (ICE)	Se debe elaborar **informes de seguimiento trimestrales** que incluyan: Medida 1: número total de vehículos / número vehículos RTV al día = 1 (Se debe realizar una revisión mensual y se debe mantener un registro con las copias de las boletas de RTV al día). Medida 2: número total de vehículos / número vehículos con mantenimiento al día = 1 (se debe realizar una **revisión mensual**, y se debe llevar un registro con las copias de las fichas técnicas de mantenimiento de cada vehículo). Medida 3: número total de vehículos / número vehículos sin fugas o problemas = 1(Se debe realizar una **revisión mensual** y se debe mantener un registro con fotográfico digital de las inspecciones).	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 02	Fase Perforación de pozos - Operación de la planta geotérmica. Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 13, 15, 17, 18.	Calidad del aire	Contaminación del aire por la emisión de gases no condensables durante las pruebas en pozos, casa de máquinas y la operación del campo.	DE-30221-S - Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5)	1) La emisión de los gases incondensables en la planta de generación debe realizarse en puntos altos mediante el uso de chimeneas que dispersen los gases en las torres de enfriamiento. 2) Se debe implementar un programa de monitoreo periódico de inmisiones de gases (H_2S, CO_2) en puntos cercanos a áreas pobladas y dentro de la planta de generación (**mínimo un monitoreo por trimestre**).	**Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación** (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico – planta)	Garantizar el cumplimiento de los límites establecidos para las emisiones de gases no condensables producto de la generación geotérmica.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del Proyecto	Se debe elaborar **informes de seguimiento trimestrales** que incluyan: Medida 1: número total de sistemas de dispersión / número sistemas de dispersión en buen estado = 1 (Se debe **realizar una inspección anual** y mantener un registro fotográfico de las condiciones de los sistemas de dispersión de gases.) Medida 2: Concentración de H_2S medida / Límite permitido en exposición continua 24 horas 150 $\mu g/m^3$ o 0.1 ppm de concentración de ese gas en el aíre. Se deben **realizar mediciones mensuales** y mantener un gráfico de control de todas las mediciones realizadas.	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
MFPGB 03	Fase Perforación de pozos- Operación de la planta geotérmica. Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 13, 15, 17, 18.	Calidad del aire.	Efectos del H_2S sobre el pH de las lluvias.	Ley Orgánica del Ambiente, No 7554	1) Se debe implementar un programa de monitoreo periódico de la evolución del pH de las lluvias.	**Director del CS Recursos Geotérmicos –** (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Garantizar que las actividades de explotación de los recursos geotérmicos no generan afectos negativos sobre el comportamiento de la acidez de las lluvias en la zona del campo.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del Proyecto	Se debe elaborar **informes de seguimiento trimestrales** que incluyan: Medida 1: pH medido o pH (valores mínimos y máximos) de la línea base. Se debe realizar mediciones mensuales y mantener un gráfico de control de todas las mediciones realizadas.	Previo al Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 04	Fase Perforación de pozos-Operación de la planta geotérmica. Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 13, 15, 17, 18.	Calidad del aire.	Efectos sobre la salud de las personas producto de la emisión de gases no condensables, principalmente el H_2S.	DE-30221-S - Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5)	1) Se debe implementar un sistema para el monitoreo contante de CO_2 y H_2S dentro de la planta de generación y en las máquinas perforadoras. Estos sistemas deben contar con alarmas audibles (10 ppm de H_2S, 5000 ppm de CO_2), que permitan a los encargados de los procesos tomar medidas para la integridad de los trabajadores. 2) Previo a la apertura de pozos, o pruebas de producción u operación, se deben colocar en el sitio, equipos para la medición de H_2S y CO_2, Estos equipos deben contar con alarmas audibles (10 ppm de H_2S, 5000 ppm de CO_2), que permitan a los encargados de los procesos tomar medidas para resguardad la integridad de los trabajadores. 3) En la planta y en las perforadoras se deberá contar con sistemas de respiración asistida y el personal debe estar capacitado para que en casos de emergencias puedan enfrentar y controlar la situación.	**Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación** (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico – planta)	Garantizar que la emisión de gases no condensables no produce efectos negativos sobre la salud de los trabajadores.	Costo incluido en el presupuesto de operación del Proyecto y campo geotérmico (compra de equipo necesario + recurso humano)	Se debe elaborar **informes de seguimiento semestrales** que incluyan: Medida 1: número total de equipos de medición / número equipos funcionando en forma adecuada = 1 (Se debe **realizar una revisión mensual del estado de los equipos**, se debe mantener un registro de los reportes de las inspecciones y mantener un registro de los informes de revisión). Número total de personal que podrían ser afectados / Número de personal, que podría ser capacitado en primeros auxilios (se debe llevar un registro de las capacitaciones, y deben r**epetirse las capacitaciones en forma anual**).	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
MFPGB 05	Fase Perforación de pozos -Operación de la planta geotérmica. Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 13, 14, 17, 18, 20.	Calidad del aire	Contaminación del aire por sólidos en suspensión.	DE-30221-S - Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5)	1) Sitios Poblados. Cuando el movimiento de vehículos sea continuo deberán implementarse medidas para reducir la cantidad de polvo levantado. Deberá elaborarse un plan de acción en donde queden claramente identificadas las zonas críticas, y las medidas a implementar para controlar el impacto. 2) En zonas pobladas donde se presente el problema de levantamiento de polvo, los vehículos deberán circular a velocidades máximas de 25 km/h. Todos los conductores deberán estar informados sobre estas restricciones.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Mantener los niveles de polvo generados por el movimiento de tierras y vehículos dentro de rangos aceptables.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del proyecto	Medida 1: Plan de acción aprobado por la Dirección del Proyecto para llevar un monitoreo sobre esta contaminación del aíre y dictado de medidas atenuantes - Informes **semestrales** de seguimiento a la implementación del plan de acción. Medida 2: Instalación de rotulación para la reducción de velocidades y de seguridad vial (reductores) por pasos de los sitios poblados en las rutas del proyecto. Medida 3: número total de conductores / número de conductores capacitados.	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 06	Fase de Operación. Numero de acción 18	Calidad del aire	Por fugas no controlables en empaques y uniones del equipo electromecánico en la CM	Ley General de Salud Ratificación del Protocolo de Montreal relativo a Sustancias que Agotan la capa de ozono Ley de Tránsito Ley Orgánica del Ambiente Aprobación del Protocolo de Kyoto-Convención de las Naciones Unidas Reglamento de control de ruidos y vibraciones Normas de Control de Combustible y Emisiones de Vehículos del Estado. Reglamento para el control de emisiones de gases y contaminantes producidas por vehículos automotores Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido Reglamento para la Revisión Técnica Integral de Vehículos Automotores Reglamento de Inmisión de Contaminantes Atmosféricos Reglamento control de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono	1) En la etapa operativa como medida se cuenta con Instrucciones Técnicas, una para Espacios confinados PE-80-IT-91-007. Mantener un monitoreo permanente en todos los sellos y empaques de los equipos electromecánicos con el objetivo reducir las fugas de los gases no condensables y un monitoreo continua dentro de las instalaciones de la CM de la concentración del H_2S asegurando que este no supere la concentración de 0.01 $_{PPM}$ en promedio de 8 horas de exposición, contar con un plan de contingencia y el Control y Monitoreo de Ruido PE-10-IT-92-010. Así bien asegurar la integridad física de las personas.	**Director del Centro de Generación** (equipo de gestión ambiental de la planta)	Prever que se produzca afectaciones fatales a los funcionarios Verificar las condiciones de los sitios antes de ingresar mediante la medición de gases valorar la temperatura y humedad Garantizar el equipo de protección personal Valorar los riesgos internos y externos previo a las labores.	Costo contemplado en el presupuesto de operación de la planta	Informes de mediciones de ruidos y vibraciones, informes de medición de gases, temperatura y humedad (gráficos de los registros continuos) bitácora con los datos anteriores y registro del estado de los equipos electromecánicos así como de los equipos de monitoreo y protección personal, plan de contingencias.	Durante toda la Etapa operativa	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 07	Fase de construcción. Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 1A,1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 1G.	Ruido Natural	Generación de Ruido. Durante la fase de construcción los vehículos, la maquinaria y el equipo genera ruido que puede afectar el medio.	DE-28718-S - Reglamento para el control de la contaminación por ruido (Art. 20, Art. 23) - Ley de tránsito por vías públicas terrestres - 7331 (Art. 121)	1) En sitios poblados, los vehículos deberán circular a velocidades máximas de 25 km/h. Todos los conductores deberán estar informados sobre estas restricciones. 2) Todos los vehículos, maquinaria y equipo, deberán mantener en perfectas condiciones de funcionamiento sus sistemas de amortiguación de ruido, para garantizarlo, el responsable ambiental deberá llevar una ficha técnica en donde conste la totalidad de equipos existentes y los resultados de las mediciones de verificación realizadas.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Mantener los niveles de ruido producto de la operación de maquinaría, vehículos y equipos, dentro de los límites permitidos.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del proyecto	Medida 1: número total de conductores / número de conductores capacitados= 1. Medida 2: Número total de vehículos / Número vehículos sin problemas = 1 (Se debe realizar una **revisión mensual** y se debe mantener un registro con fotográfico digital de las inspecciones)	Inicio de las actividades del proyecto	Finalización de la fase de construcción.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 08	Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa – efecto: 14, 15, 16, 17, 18, 20.	Ruido Natural	Generación de ruido durante la fase de operación, producto del manejo del campo y las plantas geotérmicas (etapas de pruebas, fallos u operación normal)	DE-28718-S - Reglamento para el control de la contaminación por ruido (Art. 20, Art. 23)	1) Deberá implementarse un programa de monitoreo de los niveles de ruido en zonas pobladas cercanas a los sitios de trabajo, en estas áreas los niveles máximos permitidos serán los indicados por la legislación (65 dBA diurno y 45 dBA nocturno). Las mediciones realizadas deberán ser periódicas y se mantendrá un registro de los resultados obtenidos. 2) En la medida de lo posible las pruebas se limitarán al horario diurno, en caso de no ser posible, deberá utilizarse sistemas de silenciadores que permitan mantener el nivel de ruido dentro de los límites establecidos por la legislación. 3) Los diseños de los sistemas de silenciadores en los pozos y en la planta de generación, deberán ser debidamente probados durante la fase de construcción de manera que se demuestre que cumplen con las eficiencias requeridas para garantizar el cumplimiento de la legislación. 4) Debe asegurarse que los sistemas para la extracción de gases no condensables (eyectores), se encuentren debidamente aislados, de manera que los niveles de ruido se mantengan dentro de los límites permitidos por la legislación. 5) Elaborar plan de contingencia y medidas correctivas para atender las eventualidades que se presenten al no cumplir los parámetros de emisión de ruido establecidos por ley.	**Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación** (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico – planta)	Mantener los niveles de ruido producto de la operación y mantenimiento del campo, dentro de los límites permitidos. Por la Normativa Nacional aquí señalada.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del proyecto	Medida 1 y 2: Nivel de ruido medido / Límite permitido según el marco normativo horario diurno y nocturno del día. Deben realizar mediciones mensuales y mantener un gráfico de control de todas las mediciones realizadas. Medida 3 y 4: Deberá elaborarse un informe de los resultados de las mediciones en las diversas pruebas las cuales deberán cumplir con el límite permitido según horario diurno o nocturno. Medida 5: Implementación de plan de Contingencia: Ejecución de medidas correctivas.	Antes del Inicio de las actividades del proyecto (línea base)	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 09	Proceso de perforación. Número de acción (es) de la matriz causa – efecto: 13	Ruido Natural	Efectos en la salud de las personas por la generación de ruido: Durante la fase de perforación de pozos, la operación de las máquinas genera ruido producto del uso de motores y equipo, puede originar efectos **negativos sobre la salud de los trabajadores.**	DE-10541-TSS - Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones (Art. 7)	1) Deberá implementarse un programa de monitoreo de los niveles de ruido en los sitios de trabajo, en estas áreas los trabajadores deberán contar con los sistemas de protección adecuados. 2) Debe implementarse dentro del plan de mantenimiento de las máquinas perforadoras, un programa de control de los niveles de ruido generados por los diferentes equipos. El responsable de la perforación deberá llevar los registros de las mediciones, así como de las medidas de mejora realizadas para atenuar el ruido como es el caso del empleo de pantallas reductoras de ruido en el caso que se amerite	**Director del CS Recursos Geotérmicos –** (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Garantizar que la salud de los trabajadores no se vea afectada por los niveles de ruido generados en las áreas de trabajo.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del proyecto	Medida 1: **Informe mensual de seguimiento** por parte de Salud Ocupacional durante los periodos de perforación de pozos. (Niveles de ruido y uso equipos de protección). Medida 2: Registros de los niveles de ruido generados por los diferentes equipos con las medidas de mejoras / Nivel de ruido base. Deberá realizarse mediciones semestrales y llevar una bitácora con los resultados de las mediciones realizadas.	Inicio de las actividades de perforación del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
MFPGB 10	Proceso de perforación. Número de acción (es) de la matriz causa – efecto: 14	Ruido Natural	Generación de ruido: Durante la fase de perforación de pozos, la operación de las máquinas genera ruido producto del uso de motores y equipo, que puede causar **molestias a los turistas y hoteles cercanos.**	DE-28718-S - Reglamento para el control de la contaminación por ruido (Art. 20, Art. 23)	1) Deberá implementarse un programa de monitoreo de los niveles de ruido en zonas pobladas cercanas a los sitios de trabajo. Las mediciones deberán ser periódicas y se mantendrá un registro de los resultados obtenidos. 2) En la medida de lo posible las pruebas se limitarán al horario diurno, en caso de no ser posible, deberá utilizarse sistemas de silenciadores que permitan mantener el nivel de ruido dentro de los límites establecidos por la legislación. 3) Los diseños de los sistemas de silenciadores deberán ser debidamente probados durante la fase de construcción, de manera que se demuestre que cumplen con las eficiencias requeridas para garantizar el cumplimiento de la legislación.	**Director del CS Recursos Geotérmicos –** (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Mantener los niveles de ruido producto de la operación y mantenimiento del campo, dentro de los límites permitidos.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del proyecto	Medida 1 y 2: Registros de los niveles de ruido medidos zonas pobladas aledañas dentro el AID, Hoteles: Borinquen / Buena Vista, otros, con una **periodicidad mínima mensual** durante los periodos de perforación de los pozos profundos, datos diurnos y nocturnos / Límites permitidos señalados en la legislación nacional, se debe llevar una bitácora y mantener un gráfico de control de todas las mediciones realizadas.	Inicio de las actividades de perforación del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 11	Fase de Operación.	Ruido Natural	Contaminación sónica (ruido) en sitios confinados de la CM	Reglamento a la Ley Nacional de Emergencias Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido Procedimiento para la Medición del Ruido Constitución Política Código de Trabajo Ley General de Salud Ley sobre Riesgos de Trabajo Ley de Protección al Trabajador	1) En la etapa operativa como medida se cuenta con Instrucciones Técnicas, una para Espacios confinados PE-80-IT-91-007.en estas áreas los trabajadores deberán contar con los sistemas de protección adecuados y otra para el Control y Monitoreo de Ruido PE-10-IT-92-010. El propósito es dar los pasos a seguir para el monitoreo de ruido proveniente de los ´procesos de generación eléctrica (operación y mantenimiento) que puedan producir un impacto ambiental o laboral significativo. Así bien asegurar la integridad física de las personas.	**Director del Centro de Generación** (equipo de gestión ambiental de la planta)	Prever la ocurrencia de incidentes/accidentes en los sitios de riesgo dentro del Casa de Maquinas Capacitar al personal en materia de seguridad ocupacional. Verificar el buen mantenimiento de los equipo de protección personal. Cumplir las Acciones de antes y después de realizadas las labores según la Instrucción de Trabajo: PE-80-IT-91-007 mediante la lista de chequeo PE-80-FO-91-008.	Costo contemplado en el presupuesto de operación de la planta	Informes de mediciones de ruidos y vibraciones tanto en sitios confinados como a los alrededores del CP que permitan evidenciar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa nacional. Bitácora de seguimiento.- Mantenimientos realizados / total de maquinaria y equipo del Centro , Registros de niveles de ruidos monitoreados , Registros de niveles de ruido monitoreados que cumplen con los parámetros establecidos con legislación / Total de monitoreos realizados	Durante toda la Etapa operativa	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
MFPGB 12	Fase de construcción - Movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 1G	Agua superficial	Cambios en la turbidez del agua de escorrentía	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No 7779	1) Recuperar taludes con zacate entre otras especies vegetales apropiadas para la reducción de la erosión. 2) Canalizar las aguas por medias canoas, canales perimetrales entre otros en las plataformas para reducir el arrastre de sólidos. 3) Canalizar las aguas en los caminos por medio de cunetas, alcantarillas, barreras de sedimentos, y sedimentadores entre otros dispositivos de manera que se reduzca el arrastre de sólidos hacia las fuentes de aguas superficiales. 4) Construir sistemas de conducción de aguas en los caminos de manera que se reduzca la velocidad de las aguas para reducir los efectos erosivos.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)- **Director del CS Recursos Geotérmicos –** (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Reducir el impacto por la turbidez que genera el arrastre de suelos.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del proyecto	Se debe elaborar **informes de seguimiento trimestrales** que incluyan: Medida 1: m2 de talud tratados / m2 de talud = 1. Medida 2: número de plataformas construidas / número de plataformas tratadas. Medida 3 y 4: m2 de dispositivos construidos en caminos / m2 de caminos construidos. Para todos los indicadores deberá llevarse controles mensuales y un registro fotográfico de los trabajos realizados.	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 13	Fase de construcción - Movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 1G	Agua superficial	Contaminación del agua superficial por derrames accidentales de lubricantes o combustibles	Ley 7554 - Ley Orgánica del Ambiente (art. 59, 60, 67)	1) Todos los equipos, maquinaria y vehículos, deben estar incluidos dentro de un programa de mantenimiento y control a fin de asegurar que no presentan problemas de fugas de combustibles o lubricantes. 2) Cualquier almacenamiento de combustibles o lubricantes en los sitios de trabajo, deberá contar con diques de contención que garanticen que cualquier derrame será manejado de manera adecuada, trampa de grasas, cerrado con malla ciclón, rotulado según la norma **NFPA 706** y contar con las fichas de seguridad de los productos almacenados. 3) Todos los desechos producto del mantenimiento tales como cambios de aceite, filtros, etc. Deberán manejarse en recipientes sellados y rotulados, y deberán ser dispuestos por medio de co-procesamiento. 4) Implementar plan de contingencia que establezca la disponibilidad de kit antiderrames, y en el momento que se dé uno, se debe parar inmediatamente el uso de la maquinaria y utilizar el equipo para contención de derrames, para ello debe haber **personal capacitado** en el manejo del material de contención, al menos dos personas por frente.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto) - **Director del CS Recursos Geotérmicos –** (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Garantizar que el uso de la maquinaria, equipo y vehículos no generan contaminación de las aguas.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del proyecto	Se debe elaborar informes de **seguimiento trimestrales** que incluyan: Medida 1: número total de equipos / número de equipos en condiciones adecuadas = 1 Medida 2: número de sitios de almacenaje o contenedores para los lubricantes residuales / número sitios con (trampas, almohadillas diques) con características y dimensiones establecidas según la legislación Medida 3: kg de residuos generado / kg de residuos enviados a con proceso Para todos los indicadores deberá llevarse controles mensuales y un registro fotográfico de los trabajos realizados. contingencias atendidas / Contingencias ocurridas	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 14	Fase de Operación del campo. Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 14, 17, 18, 20.	Agua superficial	Contaminación del agua: Los fluidos geotérmicos son conducidos por tubería bifásica de los pozos a los satélites de separación, a pozos de re-inyección y parte de estos son almacenados de forma temporal en lagunas de sedimentación. Existe la posibilidad que ocurra un derrame de líquido geotérmico, ya sea por fugas en los sistemas de conducción o rupturas en las lagunas. Dado que las aguas geotérmicas tienen una composición físico-química muy diferente a las aguas superficiales, si entran en contacto se produciría contaminación.	Ley 7554 - Ley Orgánica del Ambiente (art. 59, 60, 67).	1) Todos los puntos de salida de líquidos deberán contar con sistemas para el envío de las aguas a las lagunas de sedimentación. 2) Las lagunas de sedimentación deben contar con sistemas de impermeabilización. 3) Se debe establecer un programa para el monitoreo de las aguas superficiales dentro del área del campo geotérmico. (Mensual al menos en los primeros cinco años de operación). 4) En caso de ocurrir eventuales derrames de líquido geotérmico , establecer un plan de contingencia para su atención inmediata	**Director del CS Recursos Geotérmicos –** (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Realizar un manejo ambientalmente responsable de los fluidos geotérmicos.	Costo incluido en el presupuesto de operación del campo geotérmico del proyecto	Se debe elaborar informes de seguimiento trimestrales que incluyan: Medida 1: número total de salidas de líquido / número de salidas enviadas a lagunas = 1. Medida 2: número total de lagunas / número de lagunas impermeabilizadas = 1. Para los indicadores 1 y 2 deberá llevarse un registro fotográfico de los trabajos realizados y presentarse un informe final previo a la entrega de las obras. Medida 3: Registros de las concentraciones del monitoreo calidad de las aguas superficiales dentro el área del proyecto (mínimo mensuales) / concentraciones de referencia 1. Deberá llevarse gráficos de control que permitan un seguimiento adecuado del indicador. Medida 4. Contingencias atendidas / Registro de las contingencias ocurridas.	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 15	Fase de construcción y operación. Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 12, 20.	Agua superficial	Contaminación del agua superficial por aguas servidas o por derrames de aceites que se generan como residuos.	Ley 7554 - Ley Orgánica del Ambiente (art. 59, 60, 67, 64)	1) Debe establecerse un programa para el manejo de aguas residuales y residuos líquidos contaminantes (hidrocarburos entre otros). 2) Todo el personal deberá ser capacitado en materia de manejo de residuos, tanto ordinarios como peligrosos. 3) Todos los vertidos de aguas residuales como aguas negras, aguas servidas y de tipo similar, deben dirigirse a sistemas de tratamientos de aguas según los lineamientos emitidos por el Ministerio de Salud. No podrá depositarse desechos líquidos en ningún tipo de fosas o sistemas que no estén aprobados por los entes públicos competentes. 4) Los residuos como aceites, lubricantes, combustibles, productos químicos, etc. No podrán disponerse en el proyecto, deberán ser colocados en recipientes sellados y rotulados, y enviados a co-procesamiento. 5) Los residuos líquidos que no puedan disponerse en sistemas de tratamiento convencionales deberán colocarse en recipientes sellados, etiquetarse adecuadamente y enviarse para su tratamiento adecuado mediante sistemas de co-procesamiento.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación** (equipo de gestión ambiental – del proyecto - del campo geotérmico – de la planta)	Prever la no contaminación de las aguas superficiales debido a los desechos líquidos generados.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del proyecto	Se debe elaborar informes de seguimiento trimestrales que incluyan: Medida 1: Programa de manejo de residuos líquidos contaminantes aprobado por el director. Para cada una de las etapas (Construcción, desarrollo y producción) deberá existir un plan específico. Medida 2: número total de colaboradores / número de colaboradores capacitados . Estas capacitaciones deberán renovarse de forma anual. Medida 3: Documento donde el Ministerio de Salud da el visto bueno al sistema de tratamiento de aguas residuales. Resultado del monitoreo de calidad de aguas residuales generadas, dentro de parámetros establecidos por ley. Medida 4 y 5: m3 de aguas residuales tratadas / (Kg de desechos coprocesados) m3 de aguas residuales. Deberá llevarse un registro detallado de los desechos generados y los certificados de los desechos enviados a co-procesar.	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 16	Fase de construcción y operación. Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 12, 20.	Agua superficial	Reducción de la calidad del agua por contaminación generada por residuos sólidos	Ley 7554 - Ley Orgánica del Ambiente (art. 59, 60, 67, 64)	1) Debe establecerse un programa para el manejo de residuos. 2) Los residuos sólidos que se generen en lo posible, deben pasar un proceso de separación, recuperación, clasificación para reciclaje y tratamiento de todo lo que no sea reciclable o recuperable. 3) Todos los residuos sólidos no ordinarios (residuos principalmente domiciliarios) que se generen, deben pasar un proceso de separación, recuperación, clasificación para reciclaje y tratamiento de todo lo que no sea reciclable o recuperable. 4) No podrán manejarse residuos en fosas o sistemas que no estén debidamente ajustados a los lineamientos emitidos por el Ministerio de Salud. 5) Los residuos peligrosos, tales como baterías, productos químicos, fluorescentes, etc. No podrán disponerse en el proyecto, deberán ser colocados en recipientes sellados, y enviados a co-procesamiento.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación** (equipo de gestión ambiental – del proyecto - del campo geotérmico – de la planta)	Prever la contaminación de las aguas debido a los desechos sólidos generados.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del proyecto	Se debe elaborar **informes de seguimiento trimestrales** que incluyan: Medida 1: Programa de manejo de residuos aprobado por la Dirección del Proyecto. Para cada una de las etapas (Construcción, manejo del campo y producción) deberá existir un plan específico. Medida 2: número total de colaboradores / número de colaboradores capacitados Estas capacitaciones deberán renovarse de forma anual. Medida 3: cantidades de residuos generados / cantidades de residuos reusados, recuperados o reciclado. Debe llevarse un registro de todos los materiales manejados y registros fotográficos del proceso. Medida 4: Documento donde se verifica el cumplimiento de las directrices emitidas por el Ministerio de Salud para el sistema de tratamiento. Medida 5: kg de desechos generados / kg de desechos coprocesados. Deberá llevarse un registro detallado de los desechos generados, registros fotográficos de la forma en cómo son almacenados y los certificados de su co-procesamiento.	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 17	Fase de Operación. Numero de acción 8, 17, 18	Agua superficial	Contaminación del agua con sustancias químicas durante mantenimientos de la planta.	Residuos SLTP: Ley Orgánica del Ambiente Ley para la Gestión Integral de Residuos Reglamento de Higiene Industrial Reglamento para el Manejo de Desechos Peligrosos Industriales Reglamento sobre la Gestión de los Desechos Infecto-Contagiosos Reglamento para la utilización de Combustibles Alternos en los Hornos Cementeros Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos Residuos SO: Ley Orgánica del Ambiente Código Municipal Reglamento de Higiene Industrial Obligación Instituciones del Sector Público de Recolectar y Reciclar Papel Reglamento sobre Llantas de Desecho Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables Reglamento sobre el Manejo de Residuos Sólidos Ordinarios	1) Contar con un procedimiento de manejo de hidrocarburos. Implementar el manejo integrado de residuos PE-80-IT-92-006. Para el manejo de sustancias peligrosas PE-80-IT-81-001 y aguas residuales PE-10-IT-92-012. Se llevan registros y se utilizan convenios de tal forma que se tenga un mayor control de los residuos que se generan en esta etapa.	**Director del Centro de Generación** (equipo de gestión ambiental de la planta)	Garantizar el manejo y la disposición final adecuada de los residuos que se generan en la operación. Establecer las prácticas de reducción, reúso y reciclaje de residuos. Garantizar mediante monitoreos que las aguas residuales se mantengan dentro de los parámetros permitidos por la normativa nacional.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del proyecto	Mantener en los centros de transferencia de residuos una bitácora donde se registren cantidades, pesos, tipos, y destino de los residuos producidos en el centro de Producción. Mantener hojas de despacho de los residuos para su disposición final, solicitar certificado de disposición. Seguir las Instrucciones técnicas establecidos en la UEN Producción bajo la norma ISO 14001:2004. Para las aguas residuales monitorear el agua vertida después de que ha recibido un uso ordinario o especial. los parámetros son: pH, temperatura, solidos suspendidos, grasas y aceites, demanda bioquímica de oxígeno, sustancias activas al azul metileno, sólidos sedimentables, demanda química de oxígeno, con una periodicidad de muestreo para caudales menores o iguales a 100 m^3/día semestralmente y para caudales mayores a 100m^3/día trimestralmente. Número de contingencias atendidas / contingencias presentadas	Durante toda la Etapa operativa	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
MFPGB 18	Fase de operación. Número de acción de la matriz causa-efecto: 15.	Nivel de Corrosión	Aumento de la pérdida del metal expuesto al ambiente debido a la corrosión.	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 ¨Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto 26042-S-MINAE	1) Diseño y operación de un programa de monitoreo de la corrosión atmosférica antes de inicio de las obras y durante (al menos por cincos años) de la fase operación, que permita conocer los niveles de corrosión atmosférica para poder medir el cambio generado por la fase de operación. Utilización de materiales o pinturas anticorrosivas para la protección de las diferentes estructuras metálicas.	**Director del CS Investigación y Desarrollo** (I+D) (Apoyo el Centro de Investigación en Corrosión) **Director del CS Recursos Geotérmicos –** (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico	Determinar si la velocidad de corrosión natural, resulta alterada por efecto resultante de las labores diarias de la fase de operación en el área de proyecto. Implementar medidas para disminuir el efecto de la corrosión sobre las estructuras metálicas	130	Informe anual de resultados de clasificación de los niveles de corrosión atmosférica: De acuerdo a los análisis de diferentes parámetros se establece la clasificación de la atmosfera respecto a su agresividad corrosiva. Numero de estructuras metálicas tratadas para protegerlas de la corrosión / estructuras metálicas totales	Un año antes del inicio de la obras del PG Borinquen.	Cinco años después de inicio de la fase de operación.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 19	Fase de Operación. Numero de acción 18	Nivel de Corrosión	Corrosión presente en los equipos de casa de máquinas por fugas de gases en los equipos	Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013,	1) Utilización de materiales o pinturas anticorrosivas para la protección de las diferentes estructuras metálicas.	**Director del Centro de Generación** (equipo de gestión ambiental de la planta)	Reducir la presencia de corrosión en los equipos.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del proyecto	Número de equipos tratados contra la corrosión / número de equipos totales –bitácora del mantenimiento de equipos electromecánicos.	Inicio de la etapa operativa de la planta	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
MFPGB 20	Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 13 y 16.	Medio Físico, procesos, sismicidad	Generación de sismicidad inducida	Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013,	1) Operación de red sismológica de monitoreo.	**Director CS Exploración Profunda - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Caracterizar y ubicar una posible sismicidad inducida debido a los procesos de operación geotérmica.	100	Informe trimestral de las estadísticas de los sismos generados en un radio de 10 km alrededor del proyecto.	Un año antes del inicio de la obras del PG Borinquen.	Dos años después del fin de la fase de operación del PG Borinquen
MFPGB 21	Movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: **1B**, 1C, 1D, 1E. Fase de Construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 2	Relieve (Geomorfología)	Degradación de las formas del relieve.	Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013,	1) Planificar Diseño de excavaciones y movimientos con el objetivo de impactar la menor área posible. 2) Definir las medidas para la restauración del relieve y estabilización del relieve impactado (conformación del terreno, des compactación, obras de manejo de aguas de tierra entre otras medidas, además se deberá implementar el protocolo de revegetación de las áreas alteradas. 3) Los efectos por la construcción de las escombreras, se deberá implementar el protocolo de revegetación de las mismas, el cual es un procedimiento ya establecido a nivel de proyectos constructivos. Para mayor detalle referirse a la Sección 5.1.4 de este documento.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Resarcir las alteraciones de las formas de relieve en el AP como consecuencia de las acciones de movimientos de tierra asociadas a la construcción del proyecto.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del proyecto	Diseño y ejecución de un plan de estabilización o protocolo revegetación para la restauración estabilización del relieve impactado – Sitios con relieves sujetos a medidas de estabilización y revegetación / área total impactado. Llevar bitácora de obra con el detalle de los procesos de estabilización aplicados.	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 22	Movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: **1B**, 1C, 1D, 1E, 1G Fase de Construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 2, 3.	Relieve (Geomorfología)	Aumento de los procesos erosivos y sedimentación en el AP.	Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013, Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No7779	1) Control de los procesos erosivos a nivel de los sitios donde se realicen cortes de terreno y se conformen taludes, utilizando técnicas de colocación de mantos temporales a base de fibras naturales que permitan la recuperación de la cubierta vegetal. Se deberá utilizar geomantas o geotextiles que protejan los apilamientos de materiales temporales *de* la erosión por escorrentía superficial. Esto último no cubre los sitios de escombrera para ellos se debe seguir lo indicado en la Sección 4.5.4.2 y Anexo 4.5.2 de este EsIA. Para el control de la sedimentación en sitios de obras se deberá colocar barreras de retención de sedimentos, construir canalizadores de las aguas de escorrentía superficial en los sitios de obra que sean necesario, así como sedimentadores. En los sectores donde se conformen las escombreras se deberá seguir el protocolo constructivo establecido en cuanto a tipo, dimensiones de las obras civiles requeridas. Para mayor detalle referirse a la Sección 5.1.4	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Controlar la generación de procesos erosivos y de sedimentación en área de proyecto AP del PG Borinquen.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del proyecto	Informe ambientales, bitácoras de obra con el detalle de las obras civiles desarrolladas para el control de la erosión y sedimentación en cada frente de obra. Frecuencia de **monitoreo** durante los periodos de excavación o remoción de tierra: **seman**al, realización visitas para verificar cumplimiento de las acciones de la medida. Llevar un registro fotográfico en cada frente de obra.	Inicio de las obras (No más de 15 días después de iniciados los procesos de movimientos de tierra)	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 23	Fase movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1A, **1B**, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G. Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 5, 6, 7, 8, 10, 11.	Suelos	Remoción y alteración de horizontes edáficos, destrucción de la estructura, compactación, aumento de la densidad aparente, disminución de la conductividad hidráulica y modificación de la capacidad de infiltración de agua a través del suelo.	Ley 7779: Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos. Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de suelo, y su reglamento Decreto 29375 MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT.	1) Gestionar el manejo y conservación de suelos según la legislación vigente con estrategias de conservación del suelo. La remoción de cobertura vegetal debe ser únicamente en sitios estrictamente necesarios. 2) La remoción de la capa de suelo orgánico, debe ser realizada de manera en que se procure no contaminar ese suelo con materiales que tengan una composición diferente y se encuentren en capas inferiores del terreno. Las excavaciones deben limitarse al área estrictamente necesaria y con planificación para un mínimo efecto ambiental. Los movimientos de tierra deben hacerse de forma ordenada y con manejo de aguas, evitando que el suelo suelto se deslice ocasionando problemas de erosión con alteración a otros ecosistemas. La capa superior de suelo (Horizonte A) debe apártese para utilizarla posteriormente en revegetación, mejoramiento paisajístico, para estabilización y revegetación de taludes, riberas, cortes y zonas verdes, mejorar el paisaje o para mantener el crecimiento de la vegetación y controlar la erosión. En los accesos se debe dar prioridad a trochas y caminos existentes. Los sitios de acopio de suelo deben estar en área con pendiente menor a 15% y se le debe proteger del efecto erosivo del agua o el viento. El traslado de suelo a escombreras se realizará en vagonetas o camiones con lona. En taludes se debe determinar la estabilidad de la ladera. Para mayor detalle referirse a la Sección 5.1.5 de este documento.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Impulsar la conservación de los suelos de forma integrada a los demás recursos naturales.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del proyecto	Informe de prácticas físicas y agronómicas para el manejo y conservación de suelos y aguas en el AP. • Informe sobre manejo de la escorrentía superficial. • Informe sobre método de manutención de la capa órgano-mineral • Informe sobre las labores para aumentar la cobertura vegetal en sitios en los que el suelo ha sido desprovisto de la cobertura vegetal. El informe se hace **semestralmente y durante la fase de construcción.** Planos de diseño de las obras constructivas: excavaciones, rellenos, caminos, infraestructura, escombreras; deberán incluirse y detallarse los manejos de aguas y de suelos para la prevención de la perdida de suelo por erosión, así como las obras de estabilización y recuperación ambiental mediante revegetación de los sitios afectados por la actividad constructiva, dichas obras deberán aparecer localizadas dentro del plano constructivo. **El monitoreo quinquenales** de la química del suelo en el AP durante los primeros 10 años de la fase de operación del proyecto	Al inicio de la obras del PG Borinquen.	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 24	Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 14, 15, 18, 20.	Suelos	Contaminación de suelos por vertidos de sustancias peligrosas, residuos sólidos urbanos o de construcción y por contaminación atmosférica con gases que caen sobre el suelo a través de la lluvia, residuos constructivos como cementos, metales, textiles y por residuos urbanos como desechos alimenticios, vidrio, plástico, pinturas, materiales contaminados con sustancias peligrosas, etc.	Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos, No 7779 y su reglamento, Ley para la Gestión Integral de Residuos, No.8839 y su reglamento DE 37567-S-MINAET-H, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013	Uso de protocolos, emitidos por el Sistema Integral de Manejo de Residuos (SIGIR) de la UEN PySA, para el manejo de residuos peligrosos, residuos de la construcción, residuos orgánicos y otros generados por la industria geotérmica, bitácoras e informes relacionados con inspecciones visuales del SIGIR. Diseño de medidas preventivas de tipo constructivo para reducir vertidos líquidos a los suelos. Detalle de focos de contaminación, identificando las sustancias contaminantes de uso en la industria geotérmica. Monitoreo de gases producidos por la industria geotérmica. Un monitoreo del pH, de la fertilidad del suelo y de elementos químicos asociados a un derrame con sustancias peligrosas (un año antes de la entrada de operación y otro cinco años después). Diseño de planos constructivos de obras necesarias para el almacenaje y manipulación de sustancias peligrosas. Construcción de las obras para el almacenaje y manipulación de sustancias y residuos peligrosos, con base a los requerimientos legales. Gestión adecuada de residuos sólidos urbanos y especiales del proyecto. Bitácoras e informes relacionados con inspecciones del SIGIR. No se permitirá enterrar ningún desecho sólido urbano, especial, del proceso constructivo u otro residuo que pueda afectar las condiciones del entorno y del suelo. Se deberá efectuar un muestro de suelo de manera aleatoria dentro el AP para aplicarle un análisis completo un año antes de la entrada de operación de la planta y cinco años después de su entrada en operación Para mayor detalle referirse a la Sección 5.1.5 de este documento.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Proteger la calidad de los suelos para prevenir daños a otros ecosistemas.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del proyecto	• Informe y bitácora sobre manejo de residuos sólidos y contaminación de suelo por el personal del SIGIR de la UEN PySA en manejo de residuos de la industria geotérmica. **Frecuencia de monitoreo: Una vez al mes**. • Informe en bitácora sobre inspecciones realizadas por el SIGIR indicando manejo de residuos urbanos, de construcción y peligrosos. **Frecuencia de monitoreo: Mensual.** • Los sitios para almacenaje de sustancias peligrosas, deberán incluir y detallar planos para tal efecto. Los sitos deberán aparecer en los planos constructivos. • Informe y bitácora sobre control, limpieza y monitoreo de derrames • Las obras deberá coordinar protocolos del SIGIR para atención de derrames, así como depósitos rotulados para el acopio de residuos Peligrosos y. **Frecuencia de monitoreo: mensual.** • Seguimiento a propiedades químicas del suelo. El monitoreo del pH y fertilidad del suelo se realizará un **muestreo un año antes y otro muestreo cinco años después de la entrada en operación** de la planta en sitios seleccionados y previamente georreferenciados del AP. En relación con un eventual derrame con sustancias peligrosas sobre el suelo, hay que recurrir a sistemas de remediación para aislar y prever que la sustancia peligrosa no se extienda a otros ecosistemas.	Inicio de obras de construcción e ingreso de maquinaria al área de proyecto, PG Borinquen.	Fin de la fase de operación del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MFPGB 25	Operación de plantas de concreto. Fase Construcción del proyecto.	Agua superficial	Reducción de la calidad del agua por contaminación con agua residual proveniente de la planta de concreto.	Ley 7554 - Ley Orgánica del Ambiente (art. 59, 60, 67, 64).	1- Utilizar lagunas o estanques de decantación o dispositivos para la retención de sedimentos. 2- Llevar a cabo muestreos inmediatamente aguas arriba y 50 metros aguas abajo de la descarga para estimar cualquier efecto sobre la transparencia del agua, el contenido de sólidos suspendidos y los efectos sobre el PH y la alcalinidad del agua. 3- En la medida de lo posible, reutilizar el agua en el proceso de fabricación. 4- En la medida de lo posible, reutilizar los materiales de sedimento en el proceso de fabricación de concreto o como material constituyente en estructuras de baja resistencia. Por ejemplo en caminos.	Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Garantizar que la operación de las plantas de concreto no genere contaminación de las aguas superficiales.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del proyecto.	1- Informe sobre diseño de sistema para retención de sedimentos. Presencia de estructura o sistema. 2- Informe de resultados de Calidad de agua: Resultados de los análisis fisicoquímicos. Frecuencia de monitoreo: Mensual durante fase de construcción. 3- Informe de reutilización de agua en el proceso de fabricación de concreto. Frecuencia de informe cuatrimestral. 4- Informe de reutilización de materiales de sedimento en proceso de concreto o utilización como material constituyente de otras estructuras. Frecuencia de informe cuatrimestral.	Un mes antes del Inicio de la obras del PG Borinquen.	Un año después del fin de la fase de construcción del PG Borinquen
COMPONENTE BIOLÓGICO											

MBPGB 01	Fase constructiva: Acciones de la matriz causa-efecto 1A y 7. Fase operativa acción 17.	Flora: Bosque maduro y bosque secundario	Reducción de la cobertura de bosque maduro y bosque secundario.	Ley forestal N° 7575, y su Reglamento DE N° 25721, Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317 y su Reglamento DE N° 32633. Ley de Biodiversidad N° 7788 y su Reglamento DE N° 34433.	1. Trazado de rutas de **tuberías y trochas de acceso para excavación y montaje,** hasta donde sea posible no cortar árboles gruesos de diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 40 cm, particularmente de especies de mayor importancia ecológica (Ver Cuadro 5.2.1). 2. Brindar capacitación y emplear personal calificado y técnicas de tala dirigida, además realizar el arrastre de trozas con cable o aserrar in situ para reducir daños al ecosistema. 3. Con el objeto de reducir el área de bosque a cortar, evaluar alternativas en cuanto, técnicas, equipo y maquinaria para reducir el impacto en las labores de excavación, movimientos de escombros, materiales y estructuras y montaje de la tubería y alcantarillado. 4. Elaboración y ejecución de plan de **manejo de flora del área boscosa a intervenir y programa de seguimiento y auditoría para cada obra,** con el objeto de comprobar el cumplimiento y desempeño de las medidas ambientales. 5. Delimitar en el campo las áreas a intervenir y marcar los árboles a cortar (enumerados en el tronco y tocón). 6. Realizar inventarios de flora, particularmente flora menor y arbórea con poblaciones reducidas, amenazada y en peligro de extinción del área boscosa del AP a intervenir, detallando abundancia y preferencia de hábitat por especie. 7. Elaboración de plan de rescate y reubicación de flora en zonas cercanas de bosques intervenidos o secundarios, considerando el status de protección, la abundancia y preferencia de hábitat por especie.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Cortar únicamente el área boscosa necesaria para cada obra, evitando dañar la vegetación circundante. Utilizar maquinaria, equipo y técnicas constructivas orientadas a causar el mínimo impacto al ecosistema. En el caso de tuberías ajustar la ruta para reducir cortar árboles gruesos de alta importancia ecológica, prioritariamente especies con poblaciones reducidas, amenazadas y/o en peligro de extinción. Rescatar y reubicar la flora menor y reproducir flora arbórea con poblaciones reducidas, amenazadas y/o en peligro de extinción. El costo de implementación de esta medida estará incorporado en presupuesto constructivo (planilla del proyecto)	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto	1. Mapas con la ubicación y dimensiones de las rutas de la tubería y las trochas de acceso para la construcción, incluyendo los árboles a cortar enumerados, los cuales deben utilizar y acatar el personal de campo, los supervisores y encargados de obra, (disponibles tres meses previos al inicio de las labores). 2. **Manuales de campo y capacitaciones al personal a cargo de la tala, troceo, aserrío, acopio y secado de madera,** al igual que del trazado y construcción de las rutas de tuberías y trochas de acceso y asimismo al personal encargado de las excavaciones, movimientos de tierra y materiales y montaje de la tubería, (disponibles tres meses previos al inicio de las labores). **Listas de asistencia firmadas y registro de evaluaciones del aprendizaje.** 3. Informes de ajustes al método constructivo, maquinaria y equipo para minimizar el impacto, el área de bosque y árboles gruesos a cortar, (disponibles al menos 1 año previo al inicio de las obras). 4. Plan de manejo de flora del área boscosa a intervenir y programa de seguimiento por obra (disponibles tres meses previos al inicio de las labores), informes mensuales y bitácoras de seguimiento a emplear por el personal de gestión ambiental, que deben firmar los encargados de obra quienes asumen el compromiso del cumplimiento de las indicaciones consignadas. 5. Áreas boscosas a intervenir delimitadas y árboles a cortar marcados (enumerados en el tronco y el tocón). 6. Inventario de flora con poblaciones reducidas, amenazada y en peligro de extinción en área boscosa del AP a intervenir, detallando la abundancia y la preferencia de hábitat por especie, (disponible al menos 1 año previo al inicio de las labores). 7. Plan de rescate y mapas con información topográfica y preferencia de hábitat por especie (disponible 1 año previo al inicio de las labores), informes y bitácoras de seguimiento con mapas de reubicación, detallando la cantidad, distribución y ubicación de los individuos por especie rescatada. Informes trimestrales de los resultados de la sobrevivencia, desarrollo y adaptación de las plantas rescatadas.	Los indicadores 3, 6 y 7 en el caso del plan de rescate de flora 1 año previo a las labores. Los indicadores 1, 2, 4 y 5, tres meses antes del inicio de las labores.	3 meses antes de las labores constructivas deben estar listos todos los indicadores, excepto los informes mensuales, bitácoras y mapas de seguimiento del rescate de flora, los cuales se prolongan hasta la fase operativa y finalizan al cierre de la planta.

MBPGB 02	Fase constructiva: Acciones de la matriz causa-efecto 1A, 2, 3 y 7. Fase operativa acción 17.	Flora: Bosque maduro y bosque secundario	Reducción de la cobertura de bosque maduro y bosque secundario. Alteración de procesos fisiológicos y reproductivos de flora en bosque maduro y secundario por acumulación de polvo	Ley forestal N° 7575, su reglamento Decreto Ejecutivo N° 25721 y sus reformas. Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317 y su reglamento Decreto Ejecutivo N° 26435. Ley de Biodiversidad N° 7888 y su reglamento Decreto Ejecutivo N° 34433.	1. Elaboración de planes del acondicionamiento final de las escombreras, contemplando conformación, confección de obras de manejo de escorrentía y control de erosión, des compactación del terreno, colocación de capa superior de suelo orgánico de al menos 30 cm de grosor y reforestación. 2. Elaboración de planes de reforestación de las escombreras asegurando la conectividad de los sectores aledaños de bosque maduro y secundario, el diseño de plantación deberá ser una mezcla de al menos 8 especies arbóreas de rápido crecimiento, para mayor detalle referirse a la Sección 5.2.8., y al Anexo No. 6.4.1 (Medidas complementarias en flora). 3. Elaboración de planes y mapas de reforestación en zonas de protección de ríos y quebradas, mediante plantaciones mixtas y/o enriquecimiento. 4. Elaboración de plan de selección de plantas y árboles padre para recolección de semillas y/o plántulas de las especies arbóreas y arbustivas de la zona a utilizar en las plantaciones y pantallas vegetales. 5. Establecimiento de un vivero de rescate de plantas para la reforestación durante la fase de Construcción, en la fase de Producción se utilizarán los viveros existentes del ICE en la zona. 6. Elaboración de planes de establecimiento y manejo de pantallas vegetales para enmascaramiento de obras, en las de mayor altura como casas de máquinas y subestación se deberán	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico	Compensar el área de bosque maduro y secundario cortado mediante la reforestación de las áreas de potreros ocupadas temporalmente por escombreras, al igual que la restauración de sitios deforestados en las zonas de protección de ríos y quebradas, para el establecimiento de corredores biológicos y mejorar la conectividad de bosques. Adicionalmente se compensa el impacto por la alteración de procesos fisiológicos y reproductivos de flora en bosque maduro y secundario por acumulación	250	1. Planes de acondicionamiento final de las escombreras y planos detallando: actividades de des compactación, sitios de acopio de suelo orgánico y colocación de la capa superior, diseño y ubicación de obras de manejo de escorrentía y control de erosión (Disponibles 1 año previo al inicio de las labores). 2. Planes, mapas y programación de la reforestación de escombreras detallando diseño de plantación mixta, composición florística y manejo silvicultura (Disponibles 1 año previo al inicio de las labores). 3. Planes de reforestación y mapas para establecimiento de corredores biológicos mediante plantaciones mixtas y/o enriquecimiento (Disponibles 1 año previo al inicio de las labores). 4. Cantidad y ubicación de árboles padres de fenotipo superior y programación de recolección de semilla y/o plántulas (Disponibles 1 año previo al inicio de las labores). 5. Diseño del vivero, programación de producción anual por especie (Disponibles 1 año previo al inicio de las labores) e informes mensuales de labores detallando tratamientos realizados e indicadores tales como registros de germinación, sobrevivencia, crecimiento y disponibilidad por especie, rendimientos de labores. 6. Planes, mapas y programación del establecimiento y manejo de pantallas vegetales, detallando composición florística, diseño de plantación mixta y	Todos los indicadores excepto el 8 deben estar disponibles 1 año antes del inicio de las obras. Para el seguimiento de la reforestación, durante los primeros años de establecimiento los informes	1 año antes de las labores constructivas deben estar listos todos los indicadores, excepto los informes mensuales, bitácoras y mapas de seguimiento, los cuales se

					pantallas vegetales, para corroborar el cumplimiento y la efectividad de estas medidas.				indicadores: a) porcentaje de sobrevivencia mayor o igual al 70% con resiembra durante los primeros 2 meses, b) incremento medio anual en altura de al menos 0.75 m para especies de crecimiento medio y 1 m para especies rápidas, con mediciones cada 3 años. En el caso de la reforestación de escombreras y corredores biológicos el indicador de cumplimiento será área reforestada, los indicadores de la efectividad de la restauración ecológica y la conectividad de bosques serán: a) Cantidad y abundancia de especies colonizadoras, tanto heliófilas durables como esciófitas. (Ver Sección 5.2.8) b) Caracterización de la estructura vertical y composición florística por estrato.		

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MBPGB 03	Fase constructiva: Acciones de la matriz causa-efecto 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 2, 3, 7 y 11. Fase operativa acción 17.	Flora: Pastizal arbolado	Reducción de la cobertura de pastizal arbolado y alteración de procesos fisiológicos y reproductivos de flora en pastizal debido a la acumulación de polvo sobre el follaje, flores y frutos.	Ley forestal N° 7575, su reglamento Decreto Ejecutivo N° 25721 y sus reformas.	1. Elaboración de planes de restauración de áreas afectadas por obras temporales, los cuales deben contemplar descompactación del terreno, colocación de una capa de suelo orgánico de 3 a 5 cm de grosor y revegetación del sitio. 2. Elaboración y operación de un programa de seguimiento para corroborar el cumplimiento y la efectividad de las medidas de control ambiental.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Restaurar el área de pastizal arbolado eliminada por las obras temporales. Compensar el área de pastizal arbolado eliminada por obras permanentes y la alteración de procesos fisiológicos y reproductivos de flora en pastizal debido a la acumulación de polvo sobre el follaje, flores y frutos.	50	1. Planes y mapas de restauración de áreas afectadas por obras temporales, detallando programación de labores, maquinaria, equipo y técnicas para la descompactación del terreno, colocación de capa superior de suelo orgánico y revegetación (Disponibles tres meses previos al inicio de las labores). Registro de implementación del programa de seguimiento señalado en esta medida	6 meses antes del inicio de las labores	Un año después del fin de la fase de construcción

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MBPGB 04	Fase movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1A, 1E, 1F, 1G, 1B, 1C, 1D, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11. Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 13.	Fauna acuática (Peces, crustáceos y macroinvertebrados)	Alteración del ciclo reproductivo y la sobrevivencia de la fauna acuática producido por la generación de lodos.	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 ¨Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE	El diseño de las obras de construcción debe contemplar los elementos necesarios para la reducción de la carga de arrastre de sedimentos en los ríos y quebradas del AP, **antes y durante la fase de construcción**, que permita **conocer las característica y variaciones naturales** de éstos indicadores en un contexto natural para poder **medir el cambio generado por el impacto de las obras de construcción** Montar un **programa de reducción de la carga de arrastre de sedimentos** en los ríos y quebradas del AP, previo y durante la fase de construcción. Diseñar planos constructivos de obras civiles (Sistemas de sedimentación) necesarios para reducir o disminuir la erosión y la carga de sedimentos que llega a los cuerpos de agua superficiales. Para mayor detalle referirse a la Sección 5.2.9.4 y Anexo 6.4.1 medidas complementarias en biología de este documento.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Reducir el incremento en la concentración de sedimentos y la afectación de la fauna acuática existente en los ríos y quebradas del A, por efectos resultantes de las labores constructivas del proyecto.	190 (Los costos asociados a las obras civiles, no se incluyen en la implementación de esta medida, ellos serán contemplados en el presupuesto constructivo del proyecto. Solamente son presentados los costos correspondientes a los análisis biológicos, físico-químicos necesarios para cumplir la medida y su seguimiento.)	Informe periódico de resultados de Calidad del agua (fase de construcción mensual, operación trimestral) : Resultados del análisis fisicoquímico de las muestras y el resultado del análisis del índice BMWP modificado los cuales, deberán ajustarse a los límites establecidos dentro de la legislación ambiental vigente y no sobrepasar el valor máximo de la concentración máxima permisible (mg/l) de los parámetros: DBO5 ,OD, DQO, Sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, sólidos totales. En lo posible no sobrepasar los valores de sólidos en suspensión registrados en avenidas naturales de los ríos del sitio impactado por las obras dentro del AP. Frecuencia de monitoreo: el establecido por la legislación vigente y en cuanto a sedimentos, en lo posible realizar semanalmente observaciones de fácil medición de campo durante la fase de construcción y mensualmente los demás parámetros. Informe de Diseño de obras de retención de sedimentos: Dentro de los planos de diseño de las obras constructivas (excavaciones, rellenos, caminos, infraestructura, escombreras) deberán incluirse y detallarse los diseños de las obras de retención de sedimentos y prevención de la erosión, así como las obras de estabilización y recuperación ambiental de los sitios alterados por la actividad constructiva, dichas obras deberán aparecer localizadas dentro del plano constructivo.	Un año antes del inicio de las obras del PG Borinquen.	Un año después del fin de la fase de construcción del PG Borinquen

MBPGB 05	Fase de construcci ón. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 4, 12. Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 9, 14, 15, 18.	Fauna acuática (Peces, crustáceos y macroinver tebrados)	Alteración de la fauna acuática por contaminació n de hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas.	Ley Orgánica del Ambiente No. 7554, Ley de Aguas.	1 Diseño y operación de un programa de monitoreo químico de las aguas de los ríos y quebradas del AP durante la fase de construcción, que permita detectar y prevenir afectaciones a la fauna por el uso de aguas jabonosas, productos de limpieza e hidrocarburos. 2 Además implementar un programa de monitoreo visual que incluya plan de contingencia el cual detecte, prevenga y atienda eventuales derrames y malas prácticas en el manejo de sustancias químicas peligrosas e hidrocarburos. Así mismo contar con el Kit para la contención de derrames y programa de capacitación al personal sobre su uso. 3 Diseñar planos constructivos de obras civiles necesarias para el almacenaje y manipulación de hidrocarburos y sustancias peligrosas. Para mayor detalle referirse a la Sección 5. 2. 9. 4 y Anexo 6.4.1 (Medidas complementarias biología) de este documento.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Reducir la contaminación ocasionada por hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas que afecten la fauna acuática existente en los ríos y quebradas del AP por efectos resultantes de las labores constructivas del proyecto.	25	1 Informe de resultados de Calidad de agua: Resultados de los análisis fisicoquímicos (muestra de hidrocarburos los cuales deben de estar dentro de los límites establecidos por la legislación vigente) Frecuencia de monitoreo: Semestral fase de construcción, hidrocarburos cuando se detecte derrames o una posible contaminación. Informe o bitácora de inspecciones visuales: Resultado de las observaciones realizadas diariamente por todo el AP para detectar malas prácticas y derrames. **Frecuencia de las inspecciones en los sitios de almacenamiento y manipulación de estas sustancias y áreas de trabajo: Diaria.** Informe sobre diseño de sitios para almacenaje de hidrocarburos y sustancias tóxicas: Dentro de los planos de diseño de las obras constructivas (excavaciones , rellenos, caminos , infraestructura) deberán incluirse y detallarse los sitios y diseños de las obras para el almacenamiento adecuado de hidrocarburos (planche de cemento , techado y cercado con muro de retención , y canales perimetrales para la conducción de eventuales derrames a trampas de hidrocarburos, rotulación de equipo para dispensar hidrocarburos rotulación de sustancias mediante NFPA 704 etc.), dichos sitios deberán aparecer localizados dentro del plano constructivo. Informe o bitácora sobre monitoreo de control y limpieza de derrames: Dentro de las obras deberá existir protocolo para atención de derrames, equipo y materiales para atención de derrames (productos manufacturados para la absorción y retención de derrames) así como depósitos rotulados para el acopio de residuos de hidrocarburos y sustancias tóxicas Frecuencia de monitoreo: mensual. Los costos asociados a las obras civiles, no se incluyen en la implementación de esta medida, ellos serán contemplados en el presupuesto constructivo del proyecto. Solamente son presentados los costos correspondientes a los análisis fisicoquímicos necesarios para cumplir la medida y su seguimiento. Además, debe de haber al menos dos personas por frente capacitados en contención de derrames.	Inicio de obras de construcció n e ingreso de maquinaria al área de proyecto, PG Borinquen.	Fin de la fase de construcció n del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MBPGB 06	Fase movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G. Fase de construcción. Número de acción de la matriz causa-efecto: 11.	Biología – Mamíferos	Alteración del hábitat de la fauna silvestre por eliminación de la cobertura vegetal	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Ley Forestal, N° 7575 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763 Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley N° 7416 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005 y 2013	Reforestación en áreas aledañas y diseño de conformación final de escombreras. La reforestación debe contemplar especies que se encuentran en el lugar antes de la intervención, para que las especies de fauna tengan acceso a los recursos necesarios para su adecuado desarrollo. Esta medida debe implementarse en las áreas aledañas a los sitios intervenidos, procurando conectividad con parches de vegetación adyacente. Se debe dar mantenimiento de las áreas reforestadas, para garantizar el desarrollo exitoso de los individuos plantados. Debe realizarse monitoreo mensual de mamíferos en las áreas intervenidas, para determinar tanto el impacto real, como la efectividad de la medida propuesta e implementar correcciones de ser necesario y se debe continuar el monitoreo durante una semana, cada seis meses, al menos 5 años después del inicio de la fase operativa del proyecto, cuando las áreas reforestadas hayan alcanzado cierta madurez.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Compensar la eliminación de cobertura vegetal en áreas aledañas que no estarán sujetas a intervención por parte del proyecto, de forma que se garantice la disponibilidad de hábitats similares para las especies de mamíferos presentes en las áreas afectadas.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto	Registro fotográfico de los sitios reforestados, antes y después de la intervención y de la reforestación. Registros trimestrales de monitoreos para determinar presencia de las diversas especies de mamíferos en las diferentes etapas de desarrollo de los sitios reforestados.	Un año antes del inicio de las obras del PG Borinquen.	Debe continuarse el monitoreo de mamíferos durante una semana, cada seis meses, al menos 5 años después del inicio de la fase operativa del proyecto, cuando las áreas reforestad-as hayan alcanzado cierta madurez.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MBPGB 07	Fase de construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 2, 3 y 7. Fase de operación (mantenimiento). Número de acción de la matriz causa-efecto: 14 y 17.	Biología - Mamíferos	Riesgo de atropello y estrés de mamíferos que se trasladan por las vías de acceso de maquinaria pesada que transporta materiales hacia las escombreras y agregados. Interrupción de paso de grandes mamíferos y establecimiento de barrera permanente para paso de mamíferos debido a la presencia de tubería bifásica y tuberías del sistema de reinyección.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317, Ley de Biodiversidad, N° 7788 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763 Ley N° 7416, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002	Determinar las rutas de paso de fauna en los caminos dentro del AP. Regular la velocidad de tránsito vehicular, colocando señalización vial y junto a estos avisos de precaución que indican presencia de animales en la vía. Considerar las diferentes especies de fauna presentes en el AP para el Diseño y establecimiento de puentes y túneles de paso para la fauna (pasos aéreos como terrestres). Los pasos para fauna subterráneos serían tipo alcantarilla, dimensionadas según el tipo de fauna en los lugares que se identifiquen críticos, según lo permitan las condiciones topográficas Los puentes de paso aéreos se colocarían en los sitios que se consideren necesarios por el biólogo de planta dentro **del bosque maduro en el sector de la plataforma 9** , a lo largo del sector de bosque que es intervenido por la tubería, las características de estos puentes, se establecen con base en experiencias exitosas documentadas por le Biól Michael Rodríguez R. (com. pers.), para el Proyecto Líneas de Transmisión del Atlántico y son las siguientes: - **Longitud de cada puente 50 metros** - Construido con: mecate sintético de 25 mm y 19 mm de diámetro, tubo de pvc, gazas de metal y manguera verde transparente de 31mm o más En el siguiente enlace, está disponible un video donde se detalla la elaboración, instalación y operación de dichos puentes: http://sabpysa01/boletinAmbiental/multimedia/puentesEcologicos.html, Adicionalmente por debajo de la tubería en la medida de lo posible debe quedar un espacio aproximado de 1,5 metros que facilite el paso de los mamíferos grandes. Esta elevación puede estar dada por la altura que alcanza la tubería al ser colocada sobre los bloques de concreto o bien por excavaciones bajo algunos tramos de la tubería. Bajo la premisa que la longitud de la tubería dentro del área de bosque maduro tendría una longitud aproximada de 1,5 km, se deberían instalar 8 puentes de paso para mamíferos arborícolas, con un costo unitario aproximado de $358 USA cada uno (tipo de cambio 502¢/$), lo cual tendría un costo estimado total de $2 869 USA.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Reducir la muerte de mamíferos silvestres por atropello a raíz del tránsito vehicular en general y de maquinaria pesada, así como el estrés y desplazamiento ocasionado por estos mismos factores.	10 Puentes de paso aéreos $2640,39. Cámaras trampa $6446	Presencia de rótulos restrictivos de velocidad para los vehículos y maquinaria en general por las vías de acceso a las áreas de proyecto. Mantener inspecciones en las vías, que cumplan la función de fiscalización de cumplimiento de las restricciones de velocidad por parte de los conductores Monitoreos semanales a través de la observación de campo por personal del área de biología y a través de la implementación de las medidas más adecuadas. Los monitoreos deben realizarse cada semana durante los tres primeros meses para verificar el uso que le dan los mamíferos (tarea previa a la ubicación de los puentes de paso para mamíferos.) Informe sobre especies de fauna presentes y rutas de paso utilizadas	Fase reconstructiva del proyecto, previo al ingreso vehículos y maquinaria al área de proyecto, PG Borinquen.	La fiscalización de la velocidad de tránsito por parte de personal de campo, al finalizar de la fase de construcción. Los puentes de paso y los rótulos de precaución deben quedar de forma permanente en el lugar.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MBPGB 08	Fase de operación. Número de acción de la matriz causa-efecto: 12.	Biología - Mamíferos	Modificación de hábitos alimenticios de algunos mamíferos silvestres que se podrían ver atraídos hacia los sitios donde se disponen los desechos, también podría incrementarse la población de roedores (ratas) o especies plaga.	Ley de Bienestar Animal, N° 7451 Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Ley Forestal, N° 7575 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763 Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley N° 7416 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005	Considerar desde el diseño, infraestructura con aislante de ruido. Durante la fase operativa y en la medida de lo posible en la fase constructiva instalar pantallas aislantes de ruido en los sitios que sean identificados por el biólogo de planta. Mediante el monitoreo de ruido en los sitios donde haya construcción infraestructura, pozos en operación y casas de máquinas La frecuencia del monitoreo de los niveles de ruido la definirá el biólogo de campo en acuerdo a las necesidades identificadas por éste Mantener los equipos (maquinaria) en óptimas condiciones para reducir los niveles sonoros, mantener los niveles de ruidos dentro los permitidos en el marco legal , Debe verificarse que se cumpla con la legislación vigente. Establecer Plan de manejo de residuos sólidos ordinarios apegado a directrices del SIGIR El biólogo de planta deberá coordinar las acciones necesarias para la atención y tratamiento clínico para la fauna impactada en sitios de obras e implementar el tratamiento clínico básico a individuos rescatados que presente algún signo o síntoma de enfermedad, herida o que sean pichones, neonatos o crías. Aplicar protocolo de aspectos clínicos (en proceso de normalización).	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación** (equipo de gestión ambiental – del proyecto - del campo geotérmico – de la planta)	Reducir el estrés y desplazamiento de mamíferos silvestres a causa del ruido y actividad humana.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto	Contenedores de residuos en lugares cerrados. Registro de firmas de personal capacitado e informado del plan de manejo de residuos Presencia de rótulos informativos acerca de la prohibición de alimentar fauna silvestre. Registro de animales silvestres encontrados en el área del proyecto (AP) y atendidos por el personal a cargo. Registro de cantidad y tipo de residuos sólidos ordinarios generados	Inicio de actividades de la fase constructiva del proyecto.	Cierre operativo del proyecto.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MBPGB 09	Fase de operación. Número de acción de la matriz causa-efecto: 15.	Biología - Mamíferos	Desplazamiento de mamíferos no tolerantes a emisión de gases (H_2S), en sitios donde antes no se presentaban estas emisiones	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Ley Forestal, N° 7575 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763 Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley N° 7416 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005 y 2013	Previo al inicio de la fase operativa se deben revegetar áreas aledañas al sitio de casa de máquinas para que la fauna que requiera desplazarse, y que esta revegetación garantice la conectividad hacia otras áreas con cobertura vegetal. Realizar un monitoreo mensual durante un año previo a la entrada en operación de la planta, para recabar datos de diversidad y abundancia relativa de mamíferos en los alrededores. Realizar un monitoreo mensual (IDEM) durante un año posterior a la entrada de operación, a un año y cincos años después de la entrada en operación de las torres de enfriamiento, recabar datos de diversidad y abundancia relativa de mamíferos en los alrededores y determinar si sus poblaciones están siendo impactadas por las emisiones gaseosas y si hacen uso de las áreas de conectividad para desplazarse hacia otros sitios.	**Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación** (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico – de la planta)	Establecer conectividad de áreas con cobertura vegetal para que los mamíferos que se vean afectados por las emisiones gaseosas (H2S), puedan trasladarse de forma segura hacia zonas donde no hay este tipo de emisiones.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico y de la planta del proyecto	Cobertura vegetal en las áreas aledañas al perímetro o cercado de las torres de enfriamiento que tengan conectividad con parches de bosque / Cobertura vegetal de área afectada por emisiones. Registros de datos de monitoreos trimestrales de fauna antes y después de la operación de las torres de enfriamiento.	Un año antes del Inicio de actividades de la fase constructiva del proyecto.	Durante la fase constructiva y operativa del proyecto.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MBPGB 10	Fase de operación. Número de acción de la matriz causa-efecto: 19.	Biología - Mamíferos	Contaminación lumínica que afecta los ciclos biológicos de algunos mamíferos que habitan los alrededores del campo geotérmico.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Ley Forestal, N° 7575 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763 Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley N° 7416 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013	Instalación de luminarias de luz amarilla o la recomendada para disminuir la afectación a la fauna por contaminación lumínica, o luces de neón (por ser más opacas), los dispositivos de alumbrado (lámparas), deben estar diseñados de forma que la iluminación se dirija hacia el suelo y no hacia arriba ni hacia los lados, para reducir la influencia de la luz hacia áreas aledañas. Según estudio realizado en la ST Cahuita por Arias & Rodríguez (2010), para disminuir este impacto se recomienda el uso de cobertores grandes en forma de campana (produce menor iluminación hacia el ambiente y mejor iluminación hacia el suelo), es decir, dirigir la luz en forma vertical, enfocada hacia el suelo, colocada aproximadamente a 8,5 metros de altura (aro de iluminación aproximado de 33 metros). Instalar las luminarias estrictamente necesarias. Realizar monitoreo mensual durante un año previo a la instalación de luz artificial, para recabar datos de diversidad y abundancia relativa de mamíferos en los alrededores. Realizar monitoreo mensual durante un año posterior a la instalación de luz artificial, para recabar datos de diversidad y abundancia relativa de mamíferos en los alrededores y determinar si sus poblaciones están siendo impactadas por el tipo de iluminación que se está usando, de ser así, implementar medidas correctivas.	**Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación** (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico – de la planta)	Disminuir el impacto ocasionado a los mamíferos por la presencia de luz artificial en el área de proyecto.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico y de la planta del proyecto	Presencia de luminarias adecuadas según medida y diseño ambiental propuesta. Registros trimestrales de monitoreo de diversidad y abundancia de mamíferos, antes y después de la instalación de las luminarias.	Un año antes del Inicio de actividades de la fase constructiva del proyecto.	Durante la fase constructiva y operativa del proyecto.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MBPGB 11	Movimientos de tierra para ampliación, construcción y acarreo. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10,11. Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 13.	Herpetofauna (anfibios y reptiles) y Ornitofauna (aves)	Perdida del hábitat Reducción de sitios de alimentación, reproducción y protección. Distorsión del comportamiento por la modificación del paisaje. Migración a otros hábitats Baja de individuos o poblaciones por atropello vehicular, colecta o muerte. Contaminación de aguas, atmosférica y paisaje. Interrupción de paso de fauna (tuberías bifásicas, plataformas, lagunas).	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 ¨Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE Convenio 7416: Convenio sobre Diversidad Biológica. Ley Orgánica del Ambiente N0 7574 Ley Conservación de Vida Silvestre No 7317 Ley Forestal No 7575 Ley de Biodiversidad No 7788 Convenio 7513: Convenio Centroamericano Regional sobre Cambio Climático. Ley General de Salud No 5395 Políticas Ambientales del Instituto Costarricense de Electricidad y Lineamientos Ambientales del Sector Energía del ICE. Ley No 7226 Convenio Constitutivo de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. Ley de Aguas. No 276. Reglamento sobre el manejo de basuras No 190440-S Reglamento para el manejo de desechos peligrosos industriales No 27001-MINAE Reglamento sobre características de desechos peligrosos industriales No 27000-MINAE	Diseño y monitoreo biológico de **herpetofauna y ornitofauna del AP antes y durante la fase de construcción**, para identificar los cambios y fases de migraciones faunísticas y efectos antropogénicos en las fases antes y constructivas y de ejecución siendo estos indicadores de medición. Capacitación al personal de Proyecto en el manejo y protección de herpetofauna. Tener un personal capacitado para el manejo de fauna y debidamente equipado, dentro de las instalaciones y obras del AP en las fases antes, constructivas y de ejecución, el cual debe ser coordinado por un biólogo generalista, de planta. Colocación de reductores de velocidad, señalización vial y capacitación del personal de obra del manejo de maquinaria y vehículos para reducir la ocurrencia de accidentes.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Reducir la pérdida o desplazamiento de herpetofauna y ornitofauna del Ap debido a la pérdida del hábitat por efecto de la fase constructiva y ejecución del Proyecto.	300	Elaboración de un inventario mensual de herpetofauna y ornitofauna para determinar efectos en morfología de la biodiversidad debido a cambios físicos y de forma del hábitat y para determinar en la fase constructiva y de ejecución de proyecto pérdida o efectos en las mismas poblaciones. Informe trimestral que integre los resultados de inventario y monitoreo de la herpetofauna y ornitofauna para determinar efectos antropogénicos en las mismas e iniciar medidas para reducir los posibles efectos negativos. Colocar dispersores de aves para reducir la mortalidad de aves por colisión con cables en el tramo de la LT a modificar por el Proyecto Monitoreo de la frecuencia del uso de puentes, pasos aéreos y terrestres de la fauna en los periodos señalados en el grupo de los mamíferos. Monitoreo de conectividad inducida por medio de parches de bosque. Monitoreo semestral de grados de contaminación en el entorno de las obras en particular calidad del agua (aceites y sustancias químicas, tratamiento de aguas negras, grises, químicas, escorrentía), atmosférica (ruido, partículas en suspensión, gases) y paisaje (estructuras, desechos, tubería bifásica, lagunas, luminarias).	Un año antes del inicio de las obras del PG Borinquen.	Continuar con inventario de herpetofauna y ornitofauna un año después del fin de la fase de construcción del PG Borinquen. Se debe de continuar con el monitoreo de herpetofauna y ornitofauna hasta un año después de conclusión de la fase de construcción. Después de ese primer año mantener un monitoreo durante la fase de operación del proyecto con informes anuales según lo señalado en esta medida

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MBPGB 12	Fase de construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 4, 9, 12, **13.** Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.	Herpetofauna (anfibios y reptiles) y Ornitofauna (aves)	Perdida del hábitat Ornitofauna aves, herpertofauna. Reducción de sitios de alimentación, reproducción y protección. Distorsión del comportamiento por el cambio del paisaje. Migración a otros hábitats. Baja de individuos o poblaciones por atropello vehicular, colecta o muerte. Colisión de aves por estructuras, edificios, tendido eléctrico. Contaminación de aguas, atmosférica y paisaje. Interrupción de paso de fauna (tuberías bifásicas, plataformas, lagunas).	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 ¨Código de Buenas Prácticas Ambientales. Convenio 7416: Convenio sobre Diversidad Biológica. Ley Orgánica del Ambiente N0 7574 Ley Conservación de Vida Silvestre No 7317 Ley Forestal No 7575, Ley de Biodiversidad No 7788	Establecimiento de vías de pasos aéreos y terrestres para la fauna. Sucesión natural asistida con reforestación con especies nativas en sectores propuestos para conectividad de bosques.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Reducir la pérdida o desplazamiento de herpetofauna y ornitofauna del Ap debido a la pérdida del hábitat por efecto de la fase constructiva y ejecución del Proyecto.	30	Monitorear uso de puentes, pasos aéreos y terrestres de la fauna. Monitoreo trimestral de la conectividad inducida por medio de parches de bosque reforestados	Un año antes del inicio de las obras del PG Borinquen.	Continuar con inventario de herpetofauna y ornitofauna un año después del fin de la fase de construcción del PG Borinquen. Se debe de continuar con el monitoreo de herpetofauna y ornitofauna hasta el cierre de la fase de operación. Después de ese primer año mantener un monitoreo durante la fase de operación del proyecto con informes anuales según lo señalado en esta medida.
COMPONENTE SOCIAL											

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 01	Fase movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E,1F,1G, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11 Fase Operativa	Paisaje	Afectación en la calidad visual por cambios: formas, color, textura y trazos lineales del paisaje natural por la intrusión visual de las obras civiles o edificaciones temporales y permanentes.	Ley orgánica del Ambiente No. 7554, Reglamento para prevención de la contaminación visual, DE No. 35860-MINAET	Diseños de las edificaciones ajustados en la medida de lo posible a las formas y color del paisaje natural e implementación de vallas o pantallas vegetales que cumplan un papel de camuflaje o enmascaramiento. Aprovechar al máximo los trazados lineales ya existentes (accesos) para la construcción de las obras civiles lineales. Para Mayor detalle referirse a la Sección 5.1.11 de este documento.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Disminuir el impacto visual sobre la escena natural del paisaje causado por el proceso de preparación de terrenos y construcción de edificaciones (obras civiles). Costo incluido en el presupuesto de construcción del Proyecto.	Costo incluido en el presupuesto de construcción del Proyecto	Creación de un registro fotográfico para evidenciar los cambios ocurridos antes y después del desarrollo de las actividades en el paisaje natural del sitio. Cantidad de diseños arquitectónicos acorde con paisaje / diseños arquitectónicos totales. Registro de las pantallas perimetrales construidas.	Un año antes del inicio de la construcción de las obras del PG Borinquen	Durante la fase constructiva y operativa del proyecto

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 02	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (8),(17)	Demografía / densidad de población Calidad de vida-salud-seguridad-educación.	Afectación en los patrones culturales y sociales de las comunidades del área de influencia social.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005, Ley General de Salud, N° I5395; Norma ISO 24000	1. Brindar asesoría técnica–a la comunidad Cañas Dulces para determinar la factibilidad de poner en funcionamiento el pozo perforado en el Colegio de Cañas Dulces. 2. Diseño y construcción de plaza de fútbol en la comunidad de Agua Fría, en el terreno de la Asociación de Productores de Agua Fría; la comunidad se encarga de solicitar los permisos de construcción requeridos y el mantenimiento posterior de la plaza. 3. Zona de amortiguamiento vial que contempla rediseñar el acceso principal de los estudiantes a la Escuela de Curubandé por el costado oeste, además de la un Parque de juegos para la comunidad de Curubandé, con instalación de juegos infantiles , que se ubicaría a un costado oeste de la Escuela de Curubandé en terrenos de la Asociación de Desarrollo de Curubandé (ADI), para la ejecución de esta medida se requiere la aprobación por parte de la junta directiva de la ADI Curubandé y que realicen las gestiones de requisitos administrativos necesarias para la construcción. 4. Instalación de 600 metros de malla perimetral la toma de agua del acueducto de la comunidad de El Cedro, en coordinación con el comité de acueducto. 5. Construcción del salón comunal comunidad El Cedro en el terreno de la ASADA edificio de una planta 5 x 15 m. 6. Dotar de instalación eléctrica del Salón Comunal de Buena Vista; ya que actualmente el mismo no cuenta con las condiciones para el servicio eléctrico. La comunidad requiere mejorar el espacio para la realización de actividades comunales que fomente la organización comunal, así como facilitar un lugar adecuado para que el ICE realice las reuniones comunales.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Compensar las condiciones socioeconómicas y necesidades de infraestructural comunal, en las comunidades del área de influencia social para armonizar el incremento en las tasas e índices demográficos, aumento en la demanda de servicios y la presión vial.	300	1. Registro de visitas y gestiones para poner en funcionamiento el pozo perforado del Colegio de Cañas Dulces. 2. Porcentaje de avance las actividades de responsabilidad ICE para la cancha de fútbol en la comunidad de Agua Fría -del plan de trabajo. 3. Diseño arquitectónico y construcción de parque de juegos, minutas de reunión con ADI Curubandé y Junta directiva de la Escuela de Curubandé. 4. Instalación de los 600 metros de malla perimetral del área de la toma de agua de la comunidad de El Cedro. 5. Diseño eléctrico e informe de proceso de avance de la instalación del cableado eléctrico salón comunal Buena Vista.	Un año antes del inicio de la construcción de las obras del PG Borinquen	Un año antes de la conclusión de la fase constructiva del proyecto

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 03	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7) y (8) Fase operativa	Demografía / densidad de población	Presión sobre la densidad poblacional en las comunidades por la presencia del campamento.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005, Ley General de Salud, N° 5395.	1. Formular y ejecutar un plan de relación con las comunidades, para ello se debe constituir un **Comité de Enlace c**on representantes de las comunidades del AID asignados por las organizaciones sociales de éstas. 2. Se debe contratar un sociólogo/a o profesional en ciencias sociales para llevar a cabo la formulación y ejecución de un plan de relación con las comunidades, con presupuesto anual para ejecutar acciones para el control y prevención de conflictos sociales en la etapa de construcción y especialmente de operación del proyecto y especialmente de operación del proyecto. 3. Se dispondrá de un equipo técnico y social preparado para atender los impactos acumulativos y sinergísticos del medio social de los proyectos geotérmicos en la zona	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Propiciar la calidad de vida de los habitantes de las comunidades del área e influencia social, propiciando el bienestar de su salud física, psicológica, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos de su entorno. Costo asociado al proyecto	Costo asociado al proyecto	1. Formulación de un plan de relación con las comunidades previo al inicio de la fase de construcción. 2. Contratación de un profesional en ciencias sociales 3. Recursos básicos: transporte, equipo técnico y humano necesario para atender las denuncias e impactos acumulativos y sinergísticos del medio social del proyecto geotérmico Borinquen. 4. Llevar una bitácora de las actividades comunales atendidas	Un año antes del inicio de la construcción de las obras del PG Borinquen	Durante la fase constructiva y operativa del proyecto
MSPGB 04	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7), (8)	Demografía / densidad de población Calidad de vida-salud-seguridad-educación.	Aumento de percepción de riesgo en las comunidades del área de influencia social por el incremento del flujo vehicular y personal del proyecto por las diversas acciones en la fase constructiva.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005, Ley General de Salud, N° 5395, Norma ISO 24000	1. Realizar giras educativas con grupos comunales y centros educativos del área de influencia social a campos geotérmicos en operación en la zona. 2 Marcar paso peatonal frente a la escuela de Cañas Dulces. Construcción de un tramo de acera en tramo de 50 m en la salida lateral de la escuela.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Sensibilizar y propiciar que la población local aprenda del proceso de la generación geotérmica	50	1. Planes anuales de giras educativas. 2. Registro fotográfico, temarios y listas de asistencia a las giras educativas 3. Registro fotográfico de la ejecución de las obras civiles señaladas en esta medida.	Un año antes del inicio de la construcción de las obras del PG Borinquen	1.Fin de la fase de construcción del PG Borinquen 2. Inicio de la fase de construcción del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 05	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7)	Demografía / densidad de población Calidad de vida-salud-seguridad-educación.	Modificación de las dinámicas sociales por caminos de acceso al área del proyecto.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005, Ley General de Salud, N° 5395, Norma ISO 24000, Reglamento para la instalación de reductores de velocidad en las vías públicas, Decreto Ejecutivo No. 17415-MOPT.	1. Diseñar y ejecutar una campaña de educación vial en los centros educativos del área de influencia social para prevenir accidentes de tránsito. 2. Construcción de 800 metros de aceras en la comunidad de Curubandé. (Sección 8.2.1 de este documento). 3. Construcción de 3 reductores de velocidad en Curubandé. (Sección 8.2.1 de este documento) 4. Señalización del área peatonal para ingreso a la Escuela de Curubandé. (Sección 8.2.1 de este documento). 5. Colocación de malla perimetral en la Escuela de San Jorge 170 metros de malla por 2.4 metros de altura y portones frontales. Para mayor detalle referirse a la Sección 8.2.1 este documento.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Prevenir en a las comunidades la posibilidad de ocurrencia de accidentes u otro tipo de riesgos asociados al aumento vehicular y de maquinaria pesada relacionada con el proyecto.	100	1. Informe de la implementación de las campañas de educación diseñada y su ejecución de previo a la fase constructiva del proyecto. 2. Construcción de las aceras, registro fotográfico. 3. Colocación de reductores de velocidad. 4. Colocación de la señalización y reductor de velocidad, registro fotográfico. 5. Colocación de malla perimetral en la Escuela de San Jorge, registro fotográfico. (Para ello se debe respetar los planos señalados en la sección 5.3.11)	Un año antes del inicio de la construcción de las obras del PG Borinquen	Inicio de la fase de construcción del PG Borinquen
MSPGB 06	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) / Fase operación (13), (14), (15), (16) y (17)	Infraestructura comunal	Percepción de riesgo en la población de la comunidad de Curubandé por la presión y demanda de servicios públicos para el uso en el campamento.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 Ley General de Salud, N° 5395	1. Elaborar e implementar un Plan de Ahorro Energético y uso eficiente del recurso hídrico para la operación del campamento. 2. Instalación de medidores de consumo hídrico en el campamento. 3. Reuniones con los representantes de la comunidad de Curubandé en el Comité de Enlace. 4. Diseñar e implementar un plan de gestión integral de residuos en el campamento y frentes de trabajo.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Promover la cultura ambiental en la población del campamento del Proyecto y brindar información clara a la comunidad de Curubandé. Costo asociado al proyecto	200	1. Informe de implementación del Plan de Ahorro Energético y uso eficiente del recurso hídrico. 2. Registros de consumo de agua potable del campamento, acciones correctivas realizadas. 3. Listas de asistencia y minutas de reuniones con el comité enlace. 4. Plan de gestión integral de residuos. Centros de acopio de residuos (sólidos, ordinarios, peligrosos, otros).	Un año antes del inicio de la construcción de las obras del PG Borinquen.	Fin de la fase de construcción del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 07	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) / Fase operación (13), (14), (15), (16) y (17)	Infraestructura comunal	Expectativas de las comunidades del área de influencia social hacia el Proyecto y el ICE sobre la solución de problemas asociados a la infraestructura comunal.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002, Ley General de Salud, N° 5395,	Como parte del plan de las relaciones con las comunidades señalado en la medida MSPGB 03 en la medida de lo posible se debe: 1 Colaborar con las mejoras de la infraestructura comunal de esta manera compensar a las comunidades del área de influencia social con acciones concretas, estudios, mejoras de centros educativos, salones comunales, centros o áreas recreativas o de otro tipo, según previa solicitud, estudio y la respectiva aprobación de la misma con un espíritu de buena relación entre vecinos y responsabilidad social	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Fomentar acciones enfocadas en la responsabilidad social de la institución. Prevenir potenciales conflictos sociales por medio de una adecuada atención de las expectativas y necesidades comunales, con respecto a la infraestructura vial y comunal.	100	1 Elaborar un protocolo para la atención de solicitudes comunales, donde se establezcan criterios de priorización de solicitudes.1. Listado de recepción de solicitudes comunales. 2. Informe de análisis y resultados de las solicitudes comunales. 3. Informe de las solicitudes comunales aprobadas y memoria sobre su ejecución.	Un año antes del inicio de la obras del PG Borinquen.	Fin de la fase de construcción del PG Borinquen
MSPGB 08	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) / Fase operación (13), (14), (15), (16) y (17)	Infraestructura comunal	Presión en la infraestructura comunal y red vial por el aumento del flujo vehicular y presencia institucional en las comunidades de influencia social directa.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005, Ley General de Salud, N° 5395, Ley de Caminos Públicos. No 5060	1. Mejorar la infraestructura vial de cada una de las comunidades, en los trayectos utilizados por el proyecto. Lo cual incluye valoración estructural y geotécnica de los puentes y su eventual reparación o reconstrucción, cambio de alcantarillas y mantenimiento de la carpeta asfáltica. 2. Estudio estructural, geotécnico, hidráulico, diseño y construcción de un puente sobre el Río Blanco de 40 metros de longitud para uso peatonal y vehicular entre las comunidades de Curubandé y Agua Fría. 3. Estudio estructural, geotécnico, hidráulico, diseño y construcción de un puente sobre el Río Tizate de 15 metros de longitud para uso peatonal y vehicular entre la comunidad El Pital y Hoteles Buena Vista y Borinquen. 4. Construcción de un tramo de acera de un 1 km de longitud en la ruta principal que atraviesa la comunidad de Cañas Dulces entre la salida del EBAIS en dirección a la localidad de Buena Vista (Figura 8.2.1)	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Asegurar las condiciones óptimas de la infraestructura comunal y vial de las comunidades del área de influencia social directa que serán impactadas por la presencia del proyecto.	315	1. Informe de valoración técnica de la infraestructura vial, mejoras realizadas según las rutas utilizadas por el proyecto. 2. Avance de las obras de construcción del puente sobre el río Blanco, registro fotográfico.1 3. Bitácora con los planos o diseños del avance de la construcción de la infraestructura vial señalada en esta medida.	Un año antes del inicio de la obras del PG Borinquen.	Fin de la fase de construcción del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 09	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) / Fase operación (13), (14), (15), (16) y (17)	Comercio / Desarrollo Local	Alteración a la paz y tranquilidad como valor social de las comunidades del área de influencia social. Para mayor detalle referirse a la Sección 5.3.4.5 de este documento.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002, Ley General de Salud, N° 5395, Ley de Construcciones, No. 833	1. Gestionar y colaborar en campañas informativas en conjunto con otras instituciones y empresas privadas, para incentivar la comercialización de productos locales y la prestación de servicios, a fin de volver más competitivos a los productores y negociantes de las comunidades del área de influencia social. 2. Coordinar con el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) la realización de un diagnóstico de necesidades de capacitación para las comunidades del área de influencia social. 3. Formular y ejecutar un programa de fortalecimiento de las capacidades locales en las comunidades de influencia social directa del proyecto.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Fomentar el desarrollo local.	50	1. Minutas de reunión con otras instituciones para coordinar acciones conjuntas, informe de actividades realizadas. 2. Resultados del diagnóstico realizado por el INA, planes de capacitación comunal. 3. Resultados del programa de fortalecimiento de las capacidades locales	Inicio de la obras del PG Borinquen.	Fin de la fase de construcción del PG Borinquen
MSPGB 10	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) / Fase operación (13), (14), (15), (16) y (17)	Comercio / Desarrollo Local	Aumento en la demanda de servicios como educación, salud, financieros, emergencias, seguridad, por parte del Proyecto en los distritos de Cañas Dulces y Curubandé.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002, Ley de Construcciones, No. 833	1. Construcción de un aula de 7x7 metros cuadrados para la Escuela de Curubandé, para que pueda dar respuesta a la demanda de nuevos estudiantes; esta medida está sujeta a la aprobación de la Junta de Educación y la Dirección de la Escuela de Curubandé, así como a la gestión de los permisos constructivos por parte de la comunidad. 2. Construcción de un aula de 7x7 metros cuadrados y dotar de iluminación el salón multiusos de la Escuela Buena Vista 3. Elaborar e implementar un plan de educación ambiental para los centros educativos ubicados en las comunidades del área de influencia social. 4. Implementar un plan de capacitación en los centros educativos de Cañas Dulces, Buena Vista, Curubandé respecto a la gestión de residuos sólidos	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Prevenir cambios significativos en las comunidades del área de influencia social, con respecto a expectativas positivas en cuanto a la mejora en la prestación de servicios básicos como a la demanda.	75	1. Planos, plan de trabajo e informe del proceso de avance de la construcción del aula par la Escuela de Curubandé. Minutas de reuniones y seguimiento acuerdos con los representantes o junta de educación de la Escuela de Curubandé. 2. Planos, plan de trabajo y diseños del proceso de avance de la construcción del aula par la Escuela Buena Vista , minutas de reunión con los representantes de la Escuela de Buena Vista o la junta de educación.	Inicio de la obras del PG Borinquen.	Fin de la fase de construcción del PG Borinquen
MSPGB 11	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) / Fase operación (13), (14), (15), (16) y (17)	Comercio / Desarrollo Local	Demanda por prestación de servicios de electricidad y telecomunicaciones en la comunidad de Las Lilas.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002, Ley Constitutiva del ICE, No 449	1. Atender la solicitud de servicios por parte de la comunidad de Las Lilas, de manera que se asegure los servicios de telecomunicaciones que presta el ICE, de previo al inicio de la fase constructiva.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Generar las condiciones necesarias para que el ICE pueda brindar el servicio de telecomunicaciones en la comunidad de Las Lilas. Costo asociado al proyecto	25	1.Colaborar en la gestión con la FONATEL la instalación del servicio de internet en la Escuela Las Lilas 2.Colaborar en la gestión con la FONATEL para la instalación del servicio de telefonía pública en la comunidad Las Lilas	Un año antes del Inicio de la obras del PG Borinquen.	Inicio de fase construcción del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 12	Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) / Fase operación (13), (14), (15), (16) , (17), (18), (19) y (20)	Poder Adquisitivo	Aumento en el poder adquisitivo de la población debido a las fuentes de empleo generadas en las comunidades cercanas al sitio de campamento y área del proyecto, tanto para la fase de construcción como de operación.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002.	1. Contratar en la medida de lo posible no menos del 60% de mano de obra local, específicamente de las comunidades del área de influencia social. Se fomentará la igualdad de oportunidades para hombres y mujeres. 2. Coordinar las capacitaciones necesarias con el INA para promover entre los estudiantes de colegio, oportunidad de ingreso como mano de obra calificada al proyecto en su fase de construcción y operación. 3. Realizar al menos dos ferias de empleo en las cabeceras de los distritos: Cañas Dulces y Curubandé.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Asegurar la igualdad de oportunidades en el acceso a las fuentes de empleo del proyecto, y a la contratación de bienes y servicios, para las comunidades del área de influencia social.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico y de la planta del proyecto	1. Aplicación de las normas y procedimientos de selección de personal de la Institución. Registro de la mano de obra contratada en las comunidades del área de influencia social. 2. Capacitaciones coordinadas y ejecutadas por el INA para suplir los requerimientos técnicos del proyecto.	Inicio de la obras del PG Borinquen.	Fin de la fase de construcción del PG Borinquen
MSPGB 13	(Fase constructiva) Ampliación de accesos y construcción de accesos (1A)	Industria del turismo	Alteración de la actividad turística por cambios en el paisaje natural del sitio.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002, Reglamento para el control de la contaminación por ruido. DE 28718-S Reglamento de Transporte de Automotores de Caga Local. No. 15624	1. Negociación con los representantes del Hotel Borinquen para coordinar el cambio de rutas de los tour turísticos, con el objetivo de reducir el paso por frentes de construcción. Así como coordinación de acciones informativas que para advertencia a los visitantes y empleados de los hoteles de las actividades constructivas. 2. Colocar rotulación en las áreas cercanas a las instalaciones de los hoteles Borinquen y Buena Vista que indique los trabajos que se están realizando y la advertencia de la entrada y salida de vehículos y maquinaria pesada. La señalización debe estar traducida al idioma inglés debido a que muchos turistas son extranjeros. 3. En la fase operación del proyecto diseñar y coordinar con los Hoteles Borinquen y Buena Vista la implementación de una "Ruta de la Geotermia" como parte de un nuevo producto turístico, tomando en consideración los protocolos de operación de la planta geotérmica y la seguridad de los visitantes. Para mayor detalle referirse a la Sección 8.2.1 de este documento.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Prever la no ocurrencia de accidentes y fomentar las buenas relaciones con los actores sociales de la zona. Dar un valor agregado a la explotación geotérmica.	10	1. Minutas de la reuniones de negociación con los encargados de los hoteles Borinquen y Buena Vista, que evidencien el seguimiento a los acuerdos establecidos con los Hoteles Borinquen y Buena Vista. 2. Señalización instalada en idioma español e inglés, registro fotográfico en sitios propuestos. 3. Diseño de la "ruta de la geotermia", documento de propuesta, registro de reuniones del proceso de negociación y acuerdos con los encargados de los hoteles Borinquen y Buena Vista. Se requiere de acuerdos formales con las partes para su implementación en la etapa operativa de la Planta Geotérmica.	Un año antes del inicio de la obras del PG Borinquen.	Fin fase de operación del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 14	Fase constructiva. Acción: traslado y acopio de agregados - movimiento de maquinaria pesada.	Calidad de vida-salud-seguridad-educación.	Aumento de afecciones respiratorias en la población de las comunidades presentes en la ruta principal de acarreo de materiales (agregados).	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013, Ley General de Salud, N° 53950	1. Elaboración e implantación de una guía con las normas de comportamiento correcto en las comunidades y frentes de trabajo. 2. Los vehículos y maquinaria alquilada e institucional deben presentar rotulación visible que permita a los vecinos y usuarios de las vías poder denunciar el no acatamiento de las regulaciones. 3. Las vagonetas que circulen por las comunidades tendrán obligatoriamente utilizar cobertores para minimizar el polvo. 4. Solicitar semestralmente los registros de las afecciones respiratorias en los EBAIS del área influencia social. 5. En las vías sin pavimento asfáltico que transite la maquinaria, (en zonas pobladas) el encargado de obra deberá gestionar para que se rocié agua durante la época seca y días de mucho viento, para reducir las emanaciones de polvo y porvenir problemas respiratorios en la población.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Mitigar la afectación de la calidad de vida de la población del área de influencia social directa.	15	1. Documento normativo y la implementación de un plan de capacitación al personal y contratistas del P.G. Borinquen para educar respecto al comportamiento correcto en las comunidades. 2. Informe de la divulgación comunal respecto a los medios para denuncias, quejas o sugerencias respecto a las conductas o acciones del personal y contratistas en las comunidades, registro de denuncias y medidas correctivas implementadas. 3. Monitoreos aleatorios registrados para verificar el acatamiento de la medida. 4. Informe de los registros epidemiológicos de los Ebais de la zona, frecuentados por los vecinos de las comunidades de influencia social directa del P.G. Borinquen. 5 Informes de control de riego implementado (diario semanal).	Un año antes del inicio de la obras del PG Borinquen.	Fin de la fase de construcción del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 15	(Fase construcción) Acción: Traslado y acopio de escombros - movimiento de maquinaria pesada (2)	Seguridad Vial.	Generación de riesgo de accidentes de tránsito a los habitantes de las comunidades presentes en la ruta de acarreo de agregados desde el sitio de extracción (tajo).	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013, Ley General de Salud, N° 5395, Norma ISO 24000, Reglamento de circulación por carretera con base en peso y las dimensiones del vehículo de carga. Decreto Ejecutivo No. 31363-MOPT, Reglamento para la instalación de reductores de velocidad en las vías públicas, Decreto Ejecutivo No. 17415-MOPT, Ley de Caminos Públicos. No 5060	1. Construcción de tres reductores de velocidad en la comunidad El Cedro (Sección 8.2.1). 2. Implementar charlas de respeto de los límites de velocidad y normas de conducta en las comunidades al personal interno y contratistas, así como procurar la rotulación de los vehículos y maquinaria oficial y alquilada. 3. Gestionar con el Concejo Nacional de Vialidad (CONAVI) charlas de educación vial en las escuelas ubicadas en el área de influencia social. 4. Elaborar e implementar un Plan de Control de Velocidad que incluya habilitar un canal de comunicación telefónica y electrónica para la denuncia de comportamientos inadecuados por personal interno y contratistas por parte de los habitantes de las comunidades. 5. Comunidad de Buena Vista a) construcción de aceras 125 metros de longitud. b) colocación de dos reductores de velocidad c) señalización peatonal para el paso de estudiantes. (Sección 8.2.1). 6. Elaboración de un programa de seguridad y salud ocupacional que contemple la manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas para el proyecto geotérmico. 7. Diseñar y construir una ruta alterna para evadir el paso vehicular por el centro de lo localidad del El Cedro (Acarreo de agregados)	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Asegurar las condiciones óptimas de la infraestructura comunal y vial de las comunidades del área de influencia social directa que serán impactadas por la presencia del proyecto	300	1. Registro fotográfico de los reductores de velocidad. 2. Plan de capacitación e informe de implementación. 3. Listas de asistencia y memoria de las actividades. 4. Implementación del plan de control de velocidad, registro de quejas, consultas y sugerencias por parte de habitantes de las comunidades, protocolos de atención de las mismas. 5. Informe y registro fotográfico de la implementación de medidas de seguridad vial en Buena Vista. Informes semestrales 6. Implementación del programa de seguridad y salud ocupacional, informes semestrales.	Inicio de la obras del PG Borinquen.	Fin de la fase de construcción del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 16	(Fase constructiva) Acción: Construcción plataformas de perforación (5)	Calidad de vida-salud-seguridad-educación	Generación de riesgo de accidentes, posible surgimiento de molestias en los empresarios y habitantes de las comunidades presentes en la ruta principal de acceso para el traslado del equipo de perforación y electromecánico.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002y 2013, Ley General de Salud, N° 5395, Norma ISO 24000, Código Civil	1. Utilizar mecanismos de divulgación para informar a los grupos interesados, centros educativos, Asociaciones de Desarrollo, hoteles que estén dentro la ruta de paso cuando se vaya a realizar traslado de equipos (máquinas de perforación y equipo electromecánico) por las rutas de las comunidades. 2. El traslado de los equipos se debe realizar con las medidas de seguridad pertinentes que solicita el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Para prever no alterar o dañar la propiedad privada, en caso de tener que realizar modificaciones a la propiedad privada, se debe tener el consentimiento del dueño de manera escrita y definida la manera en que se compensará el daño.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Prever la no ocurrencia conflictos sociales con las comunidades de influencia social del proyecto. Costo asociado al proyecto	5	1. Informe mensuales de la implementación de mecanismos de divulgación comunal. 2. Informe de implementación de las regulaciones del MOPT en cuanto al traslado de este tipo de maquinaria y equipo pesado en vías públicas.	Inicio de la obras del PG Borinquen.	Fin de la fase de operación del PG Borinquen
MSPGB 17	Fase construcción. Número de la acción de la matriz causa - efecto: (1A), (7), (8), (10), (11). Fase de operación. Número de la acción de la matriz causa - efecto: (13).	Elementos históricos y culturales	Interacción cultural entre la población local aledaña al Área del Proyecto con los trabajadores foráneos provenientes de diferentes partes de la zona y del resto del país; debido al mutuo contacto y comunicación	Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013	1) El plan de relaciones con las comunidades deberá contemplar la implementación de un programa de charlas para inducción a los trabajadores y contratistas sobre cómo debería ser su comportamiento en relación con la población comunal. 2) Ofrecer a los trabajadores espacios de esparcimiento dentro del Campamento.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	1. Prever que el disfrute del tiempo de ocio de los trabajadores temporales no interfiera o altere lo cotidiano de la vida de la comunidad. 2) Prevenir que la interacción cultural entre los trabajadores temporales y la comunidad sea positiva y armoniosa. Asociado al costo del Proyecto.	Costo asociado al proyecto	1) Programación de charlas para los trabajadores (cronogramas, temarios, listas asistencia). 2) Construcción de espacios para el disfrute del tiempo de ocio en el campamento.	Inicio de la obras del PG Borinquen.	Fin de la fase de construcción del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 18	Patrimonio Arqueológico	Patrimonio Arqueológico	Alteración del patrimonio arqueológico por movimientos de tierra para la construcción de obras PG Borinquen.	Ley Patrimonio Arqueológico Nacional, No. 6703, Reglamento de Trámites para los Estudios Arqueológicos Decreto Ejecutivo No. 28174-MP-C-MINAE-MEIC, Normativa Institucional "Procedimientos sobre trabajos arqueológicos en terrenos adquiridos o utilizados por el GRUPO ICE", Código 58.00.001.2009	Implementación del siguiente Plan de Gestión de los Recursos Arqueológicos: I Etapa 1- Contratación de personal calificado para realizar estudios arqueológicos y cuadrillas de campo. a- Acondicionamiento de un laboratorio en el campamento para procesar las muestras recolectadas. b- El proyecto suministrará los materiales necesarios para las labores de campo y laboratorio, así como el equipo de cómputo. c- Capacitación al personal del proyecto con respecto al procedimiento a seguir durante los estudios y hallazgos arqueológicos. II Etapa 1. Se deberán realizar evaluaciones arqueológicas en aquellos terrenos destinados a la construcción de obras donde se identificaron sitios arqueológicos. a. Una vez definido el diseño final del campo geotérmico se deberá realizar una prospección arqueológica en aquellas obras que no fueron contempladas en este estudio y se darán las recomendaciones según sea el caso. b. Si durante los movimientos de tierra aparecen restos arqueológicos se deberá proceder según lo establece el artículo 11 de la Ley 6703. c. Se deberá elaborar una estrategia de divulgación de la labor arqueológica mediante charlas informativas (con material didáctico-brochurs, posters, etc.) en las comunidades cercanas o incorporando a los estudiantes (escuelas) mediante visitas guiadas a las excavaciones que se realicen con el propósito de conozcan, valoren y cuiden el Patrimonio Arqueológico Nacional. Para mayor detalle referirse a la Sección 5.3.12 en su apartado Medidas Mitigación y Compensación al final de esa Sección.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Prevenir, mitigar y compensar el deterioro que la construcción del proyecto pueda ocasionar al Patrimonio Arqueológico	300	(Coordinador en arqueología PG Borinquen) Propuesta de trabajo marco que incluya todas las etapas de investigación arqueológica que se realizarán en el proyecto. (Arqueólogos contratados) Elaboración de propuestas de evaluación arqueológica de cada obra que deberán ser aprobadas por la Comisión Arqueológica Nacional (CAN) según la legislación vigente sobre patrimonio arqueológico. Monitoreo por parte de la CAN de las investigaciones que se realicen en el proyecto (visitas de campo y laboratorio), revisión y aprobación (oficios) de recomendaciones de cada informe final por obra evaluada. Estrategia de divulgación de labor arqueológica a implementar en las comunidades del área de influencia social.	Un 1 año de antelación a los movimientos de tierra	Conclusión de fase constructiva o en el caso de que se declare alguna área como reserva arqueológica deberá extenderse a la fase operativa

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 19	Ampliación y construcción de accesos (1 A). "Movimientos de tierra, limpieza, excavación, nivelación", de la Fase Construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1A.	Actividad Agro	Cambios en el acceso a mercados y abastecimiento de insumos agropecuarios (Ampliación y construcción de accesos).	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No. 7779 y su Reglamento a la ley uso, manejo y conservación de los suelos N° 29375. Ley Forestal No. 7575.	1 El plan de relaciones con las comunidades deberá contemplar la implementación de una estrategia de divulgación e información sobre las implicaciones en el mercado agropecuario que conllevará la obra (s) e inicio de la misma, a nivel comunal. 2- Se deberá implementar un plan de acción para el monitoreo de la erosión en los sitios de obra "ampliación y/o construcción", que permitan la implementación de acciones correctivas en caso que se acelere el proceso erosivo en los terrenos colindantes. Para lo cual, se deben implementar técnicas de retención y/o medición de sedimentos con "Barreras Silt-Fence", para la estabilización de taludes entre otros (Tales obras de ampliación y construcción de accesos, pueden generar alta producción de sedimentos con arrastre hacia los ríos o quebradas, las cuales).	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Cumplimiento de la normativa la normativa ambiental. Participación ciudadana. Y, manejo de suelos (microcuenca).	20	1 Verificar la implementación del programa "estrategia" de divulgación e información comunal, antes del inicio de las obras (pormenores e implicaciones). El programa busca la mayor participación ciudadana en el desarrollo de sus comunidades. 2 Llevar registro de asistencia a reuniones de divulgación e información comunal. 3 Llevar registro de medición de sólidos en suspensión de los ríos o quebradas dentro del área de influencia directa (AID).	1. Un año antes del inicio de la construcción de las obras y durante éstas. 2 Factibilidad Diseño Básico B: Fase de construcción del Proyecto PG. Borinquen	Con el cierre de la Fase de Construcción.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 20	Preparación de las plazoletas de perforación, preparación terrenos estaciones de separación. Sitios: Lagunas de reinyección, de las edificaciones CM, subestación y escombreras (1B, 1C, 1D, 1E, 1F, y 1G). Movimiento de tierras (limpieza, excavación, nivelación), de la Fase Construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, y 1G.	Actividad Agro	Afectación del libre pastoreo del ganado en los sitios de obras civiles por la creación de barreras.	Ley de uso manejo y conservación de suelos, No 7779 y si Reglamento DE N° 29375. Ley Forestal 7575 y su Reglamento	1. Facilitar el paso del ganado en los trazados de las tuberías trasmisión de fluidos. 2. Estabilización de taludes en los sitios de preparación de plazoletas, escombreras y lagunas.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Cumplimiento de la normativa ambiental. Uso, manejo y conservación de los suelos. Manejo y cuido de los animales (ganado), así como el resguardo laboral (Vaqueros).	40	1 Verificar la construcción de los pasos del ganado en los puntos que requieran. 2 Llevar registro de la estabilización de taludes en el área del proyecto en particular en las colindancias de las áreas de pastoreo.	Un mes antes de la identificación de los sitios de obra y durante éstas. Fase de construcción del Proyecto PG. Borinquen.	Fin de la fase de operación del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 21	Traslado y acopio de escombros - Movimiento de maquinaria pesada, Traslado y acopio de agregados - Movimiento de maquinaria pesada (2i, 3e). Fase Construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 2 y 3.	Actividad Agro	Competencia en el uso de la red vial, referente al traslado de insumos, productos y del ganado	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No.7779 Reglamento a la ley uso, manejo y conservación de los suelos y su Reglamento DE N° 29375. Ley Forestal 7575.	1. Debe implementarse un programa de divulgación-coordinación del movimiento de maquinaria pesada (acarreo) a nivel local, así como dentro del área del AP con los administradores de las haciendas Borinquen y Buena Vista. 2. Debe implementarse un plan de acción para la rutina del movimiento de maquinaria pesada "acarreos", que permita consensuar con los finqueros una estrategia de uso de la red de caminos dentro el área del proyecto (AP).	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Cumplimiento de la normativa ambiental. Manejo y conservación del suelo. Manejo de sustancias peligrosas.	20	1. Implementación del programa de divulgación del movimiento de la maquinaria entre los finqueros - coordinación, para prever la no ocurrencia de accidentes en animales y/o personas (vaqueros). 2. Llevar registro de implementación de la estrategia consensuada con los finqueros referentes al uso de la red de caminos.	Un mes antes del inicio de la actividad acarreo". A: Fase de construcción del Proyecto PG. Borinquen.	Con cierre en la Fase de Construcción
MSPGB 22	Manejo de sustancias peligrosas: aditivos - explosivos (4). Fase Construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto. Fase Operación	Actividad Agro	Pérdida potencial de suelos por contaminación con sustancias químicas no controladas (Manejo de sustancias peligrosas).	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No. 7779 y su Reglamento a la ley uso, manejo y conservación de los suelos N° 29375. Ley Forestal No. 7575. Ley General de Salud, No. 5395,	1) Debe implementarse el protocolo de manejo de sustancias peligrosas (aditivos - explosivos). Comunicar e informar sobre la acción a los entes interesados; Áreas agropecuarias de las Hdas. Borinquen y Buena Vista (actividad ganadera), y administradores de los Complejos Hoteleros: Borinquen y Buena Vista Lodge (actividad eco-turística). 2) Debe implementarse un plan de acción (fecha y hora), de traslado de esas sustancias. Para estar atentos a una eventualidad y/o accidente. Tomar acciones tanto en sitios ubicados dentro del AP, como del AID.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Cumplimiento de la normativa ambiental. Manejo y conservación del suelo. Manejo de sustancias peligrosas.	40	1) Verificar la implementación del protocolo de manejo de sustancias peligrosas. Para reducir accidentes en animales y personas. 2) Llevar registro de implementación de la estrategia para el manejo o transporte de sustancias peligrosas en los sitios de obra del AP. 3) Responsable, el gestor ambiental del proyecto.	Un mes antes del inicio del traslado de sustancias peligrosas. A: Fase de construcción del Proyecto PG. Borinquen.	Fin de la fase de operación del PG Borinquen

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 23	Construcción de plataformas de perforación. Construcción de estaciones separadoras y lagunas de reinyección. Construcción edificios de la CM, Montaje de obras electromecánicas y Construcción subestación compacta (5, 6, 8, 9 y 10). Fase Construcción. Número de acción (es) de matriz causa-efecto: 5, 6, 8, 9, 10.	Actividad Agro	Pérdida de productividad pecuaria por sometimiento de stress al ganado.	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No. 7779 y su Reglamento a la ley uso, manejo y conservación de los suelos N° 29375. Ley Forestal No. 7575. Ley General de Salud, No. 5395	1. Elaborar e implementar un protocolo con las medidas necesarias para aislar al ganado de las áreas en construcción. Informar de previo a los administradores de las haciendas Borinquen y Buena Vista del inicio de la construcción de las obras civiles. 2. Montar vallas perimetrales para prever el estrés en el ganado.	**Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos** – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).	Cumplimiento de la normativa ambiental. Manejo y conservación del suelo. Reglamento del bienestar de los animales.	60	1. Verificar la implementación del protocolo preventivo para reducir accidentes en el ganado. 2. Llevar bitácora con registro fotográfico de implementación de la estrategia en los sitios de obra del AP.	Tres meses antes del inicio de las obras de construcción del Proyecto.	Fin de la fase de operación
MSPGB 24	Torre de enfriamiento - emisión de gases no condensables H_2S (15). Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 15.	Actividad Agro	Potencial pérdida de productividad agropecuaria por exposición a gases no condensables H_2S.	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No. 7779 y su Reglamento a la ley uso, manejo y conservación de los suelos N° 29375. Ley Forestal No. 7575. Ley General de Salud, No. 5395	1. Se deberá implementar un plan de monitoreo mensual (medición y seguimiento) del pH de la lluvia, así como de la presencia de H_2S en el aire. 2. Los registros de las concentraciones de los gases no condensables emitidos en las torres de enfriamiento deben estar a disposición pública cuando sean así solicitados. 3. Efectuar un muestreo y análisis completo del tejido foliar en pastos y especies frutales representativas en el AP un año previo a la entrada de operación de la planta y cinco años después de su puesta en marcha.	**Director del Proyecto Director del CS Recursos Geotérmicos – Director Centro de Generación** (equipo de gestión ambiental del Proyecto - Campo geotérmico - de la Planta)	Cumplimiento de la normativa ambiental. Manejo y conservación del suelo. Reglamento del bienestar de los animales.	60	1. Registros del plan monitoreo del pH de la lluvia y calidad del aire en el AP. 2. Registros de las concentraciones de los gases no condensables emitidos en las torres de enfriamiento 3. Registros de los resultados de los análisis foliares de los dos muestreos un año antes del inicio fase de construcción y otro cinco años después de la entrada en operación	Un año antes del inicio de la fase de operación.	Con el cierre de la fase de operación.

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MSPGB 25	Ampliación y construcción de accesos (1 A). Fase Construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 1A.	Habitacional (Tenencia de la tierra).	Cambio en la tenencia de la tierra por mejora en los accesos. (Ampliación y construcción de accesos).	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No. 7779 y su Reglamento a la ley uso, manejo y conservación de los suelos N° 29375. Ley Forestal No. 7575. Ley General de Salud, No. 5396	1. Como parte del plan de relaciones con las comunidades (MSPGB03) se debe implementar una estrategia para el asesoramiento, comunicación y participación sobre las implicaciones que conllevarán la mejora y construcción de accesos en la plusvalía de las tierras con el fin de reducir la expulsión de sus propietarios por motivos de especulación y venta de propiedades.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Cumplimiento de la normativa la normativa ambiental. Participación ciudadana	20	1 Estrategia de comunicación señalada 2. Registros de las reuniones con el Comité de Enlace en las que se abordó la estrategia de comunicación. 3. Llevar registro de asistencia a reuniones de divulgación e información comunal en tema de la tenencia de la tierra. .	Un año antes del inicio de la construcción las obras y durante éstas.	Con el cierre de la Fase de Construcción.
MSPGB 26	Fase de Operación. Numero de acción, (17) y (18)	Red suministro servicios: agua, luz, tel., etc.	Aumento en la demanda del servicio básico de agua potable	Ley de Aguas No. 276 Ley General de Agua Potable No.1634 Ley General de Salud, No. 5395 Ley Orgánica del Ambiente, No. 7554 Reglamento para la Calidad del Agua Potable DE-32327-S	1) Establecer una política interna con el fin de reducir el consumo de agua para reducir su desperdicio. Según la instrucción técnica PE-80-IT-92-001. En procura de un consumo optimo y mediante monitoreos garantizar la calidad de agua para consumo humano y para las actividades productivas. 2) Construcción de un acueducto para el abastecimiento de agua para el consumo en las instalaciones de la planta geotérmica	**Director del Proyecto – Director Centro de Generación** (equipo de gestión ambiental del proyecto y de la planta)	Monitorear el agua utilizada para consumo del personal con el fin de que su calidad no represente riesgo para la salud de los trabajadores del Centro de producción. Garantizar la reducción en el consumo evitando el desperdicio verificar la calidad del agua para consumo humano. Costo contemplado en el presupuesto de operación de la planta.	300	Acueducto habilitado previo a la entrada en operación de la planta geotérmica Borinquen. Monitoreos de la calidad del agua de consumo, de acuerdo a lo establecido en la legislación nacional Política interna para economizar el uso del agua.	Inicio fase constructiva	Medida 1 Fase de abandono de la planta (final de la vida útil). Medida 2) Cierre de la fase de construcción
LÍNEA DE TRANSMISIÓN											

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MTPGB 01	(11) Construcción del enlace de transmisión tramo LT a 230 Kv	Paisaje	Intrusión visual al paisaje por la presencia de las estructuras de soporte del tendido	Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto, Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC Reglamento para prevención de la contaminación visual. DE No. 35860-MINAET	Uso de estructuras tipo Poste para atenuar el impacto visual	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Atenuar el impacto sinérgico en el paisaje por la presencia de nuevas estructuras de transmisión mediante uso de postes para estructuras de apoyo de las derivaciones de LT Orosí – Pailas	8	Numero de postes instalados. / Numero de estructuras instaladas	Diseño Construcción	Aprobación diseño Fin de construcción
MTPGB 02	(11) Construcción del enlace de transmisión tramo LT a 230 Kv	Suelo, atmósfera, red hídrica local	Generación polvo o sedimentos (accesos y excavaciones de los cimientos).	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC), Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No 7779	Maquinaria en buen estado, dispositivos de retención de suelo, cubrir depósitos temporales de suelo con toldos: Diseño, construcción y mantenimiento de sistemas de retención de sedimentos	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Atenuar impactos por emisiones de maquinaria, aporte de polvo a la atmósfera y/o sedimentos a la red hídrica local. Instalación de cabinas sanitarias en frentes de trabajo.	Costo considerado en el presupuesto de construcción Proyecto	Existencia de sistemas de retención sedimentos o sedimentadores.	Inicio de proceso constructivo	Fin de proceso constructivo
MTPGB 03	(20) Recolección, disposición de desechos sólidos y líquidos - Operación de la subestación	Suelo, red hídrica local	Contingencia o riesgo de derrames de aceite aislante de transformadores que contamine el suelo o la red hídrica.	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC) Ley Conservación y uso de suelos No. 7779, Ley General de Salud No 5395, Ley de Aguas No. 276	Se deberán incluir una pileta colectora en el cimiento de cada transformador y un tanque recolector diseñado con un volumen que tenga la capacidad para contener la totalidad del volumen del aceite del transformador. Cada tanque debe ser diseñado de tal manera que en el caso de fuego durante el derrame el aceite no se inflame.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Prevenir aportes de aceite dieléctrico al suelo o red hídrica, los tanques recolectores de aceite deben estar aislados del sistema de drenaje de aguas pluviales de la subestación para disminuir aportes de agua contaminada la red hídrica local.	Costo asociado al diseño estándar de una ST ICE	Diseño y montaje de los dispositivos colectores de aceites.	Diseño Construcción	Aprobación diseño Fin de construcción
MTPGB 04	(20) Recolección, disposición de desechos sólidos y líquidos - Operación de la subestación	Suelo, red hídrica local	Contaminación por vertido de sustancias químicas y gases (Aguas -atmósfera)	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC), Ley de Aguas No. 276	Materiales contaminantes tales como gas **SF_6**, combustibles, lubricantes, aceite aislador para transformadores entre otros, deben almacenarse en un lugar cuyo piso sea impermeable y guarde las condiciones necesarias para el almacenaje, las cuales se especificarán en el diseño de la obra.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Prevenir aportes al suelo o red hídrica	Costo asociado al diseño estándar de una ST ICE	Diseño y construcción del sitio de almacenamiento de sustancias peligrosas acorde con lo establecido en la legislación nacional y el SIGIR. Instalación de detectores de fugas del gas SF6. Bitácora seguimiento del mantenimiento del sistema de monitoreo del manejo de los compuestos señalados en esta medida	Diseño Construcción	Aprobación diseño Fin de construcción Operación de la ST

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MTPGB 05	(16) Equipo electromecánico - Presencia de la ST	Paisaje	Intrusión visual en el paisaje por la construcción de la subestación (complejo de generación).	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC) Reglamento para prevención de la contaminación visual, DE No. 35860-MINAET	Dado lo sensible que la variable paisajística es en el entorno del proyecto y las condiciones propias de una central geotérmica que propicia la corrosión, se recomienda que la subestación (ST) eléctrica de PG Borinquen sea de tipo compacto y encapsulada.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Atenuar el impacto sinérgico generado por la presencia de la subestación. Al reducir los costos de mantenimiento provocados por la invasión de la fauna silvestre al plantel (El sitio posee una lata abunda	Costo considerado en el presupuesto de construcción Proyecto	Diseño y Construcción de subestación eléctrica tipo GIS	Diseño Construcción	Aprobación diseño Fin de construcción
MTPGB 06	(16) Equipo electromecánico - Presencia de la Línea de transmisión	Medio social	Creación de expectativas en las comunidades a nivel local. Generación de campos eléctricos y magnéticos	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC)	Incorporar al plan de Comunicación y Relación con las Comunidades un encargado de Relaciones con el Entorno para asegurar que la población cercana tenga información clara en materia de los campos electromagnéticos antes del inicio de las obras y aclare todas las dudas que le sean externadas.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Prever la ocurrencia de temores infundados/rechazo a las obras de transmisión	2	Incluir el tema de los campos electromagnéticos dentro el plan de comunicación y relación con las comunidades. Registró documental de Organizaciones y Líderes comunales. Registros documentales de la relación comunal (minutas, listas de asistencia, convenios, finiquitos etc.)	Inicio de proceso constructivo	Fin de proceso constructivo
MTPGB 07	(12) Producción de desechos campamentos e instalaciones.	Suelo, red hídrica local, medio social.	La disposición inadecuada de los desechos en la fase de construcción (papel, plástico, sobrantes de pintura, escombros etc.)	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC) Ley para la Gestión integral de residuos, No. 8839 y Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos DE 37567-S-MINAET-H	El Constructor deberá diseñar y presentar para aprobación por parte Ingeniero Inspector la dirección del proyecto un plan de clasificación y manejo de residuos producto del proceso constructivo, enfatizando en la recuperabilidad y reciclaje de la fracción que cumpla esta condición. Elaboración y ejecución de Plan de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales. Capacitación de Residuos solidos	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	El manejo no adecuado de desecho constituye un riesgo moderado para la calidad del entorno, la población cercana y/o la actividad turística pueden verse afectada.	2	Plan de clasificación y manejo de residuos producto del proceso constructivo. Diseño y Construcción de Centro de acopio de residuos y desechos. Registros de acopio y procesamiento de residuos. Ejecución de capacitación en la temática de Plan manejo de residuos sólidos.	Inicio de proceso constructivo	Fin de proceso constructivo

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MTPGB 08	Acciones (11) , (12) Construcción subestación y línea de transmisión y la (19) empleo de iluminarias	Fauna local	Afectación de la fauna local por efectos constructivos y operativos de la infraestructura e iluminación usados en una ST convencional.	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC)	Sustituir el tipo de subestación convencional por un sistema GIS o encapsulado como una medida preventiva para la protección de la fauna silvestre y para reducir interferencias en el sistema eléctrico por invasión de ésta lo que reduce los costos de operación y mantenimiento de la ST • Optimizar el uso de las instalaciones físicas de la ST para otras actividades tipo administrativo de la planta (reducción del espacio ocupado) • Modificaciones al uso del sistema de iluminación, empleando luminarias con luz amarilla reducir la atracción de insectos. Medida general: instalar en las ventanas de el o los edificios dispositivos de visualización e instalar dispersores de aves en los enlaces de transmisión	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Prevenir incidentes de electrocución de fauna por invasión al área de subestación, así como daños a la infraestructura por la misma causa. Disminuir incidentes de colisión de aves en ventanales de los edificios y enlaces de transmisión. Lo anterior implicará duplicar el costo de la ST al sustituirla por una de modalidad GIS por lo que se agrega como un costo ambiental el monto adicional que implicará su construcción que es un 50 % mayor a la de una ST convencional.	Costo considerado en el presupuesto de construcción Proyecto	Diseño y construcción de subestación tipo GIS. Numero de dispositivos de protección de fauna implementados. Registros de monitoreo de fauna (Registro de accidentabilidad)	Inicio de proceso constructivo	Fin de proceso constructivo
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN											
MLDPGB 01	Construcción de Línea de Servicio Propio: excavaciones e izado de postes (Cod LD-1) _Interacción con propietarios/daños leves a inmuebles (Cod-LD-2)	Social	Riesgo de afectación de infraestructura de la red de acueductos rurales mediante el proceso de excavación de sitios de poste.	Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 Ley General de Agua Potable, No. 1634 Ley de Aguas, No. 276 Ley Constitutiva de Acueductos y Alcantarillados, No. 2726	Elaborar e implementar Plan de relación con los propietarios. Desarrollar un proceso de y coordinación con las ASADAS y con los responsables o encargados de acueductos locales para la ubicación de tuberías. _Las cuadrillas de campo deberán estar informadas de las características de los acueductos, contar con material y herramienta para refaccionar averías. _El diseño final deberá contemplar la ubicación de infraestructura como abrevaderos, corrales, etc. _En la fase de diseño se deberá identificar los sitios de poste que afectarán propiedad privada por efecto de instalación de anclas y arriostres.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Reducir daños a la infraestructura comunal producto del proceso constructivo	5	1 Plan de comunicación con propietarios y ASADA. 2 Documentación de relación con propietarios y ASADA (listas de asistencia a reuniones , convenios , finiquitos)	Planeamiento y diseño	Fin de proceso constructivo

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MLDPGB 02	Presencia del proyecto/posible afectación a la continuidad del servicio (Cod LD-3)	Social	Posible afectación a servicios públicos/comercio por cortes de energía	Ley Constitutiva del Instituto Costarricense de Electricidad, No. 449 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013	Elaborar plan de comunicación con instituciones presentes en la zona .Identificar la infraestructura de servicio sensible ante una posible falla en la continuidad del servicio eléctrico (Clínicas, estaciones de bombeo, etc.) para informarles de esta posibilidad y coordinar el procedimiento ante: 1. Un corte de energía programado 2. Un corte de energía accidental durante el proceso constructivo 3. Establecer Convenio de cooperación con empresa proveedora del servicio eléctrico.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Minimizar el impacto en los servicios públicos locales y comercio por cortes en el servicio de energía	5	1 Plan de acción para atención de eventuales cortes eléctricos. 2 Convenio de cooperación con instituciones proveedoras del servicio eléctrico. Registros sobre comunicaciones, cortes accidentales y cortes programados.	Planeamiento y diseño	Fin de proceso constructivo
MLDPGB 03	Apertura del carril de servidumbre: (cod LD-4) (cod LD-7) (cod LD-5) (cod LD-8)	Flora/Fauna/Social	Alteración a la flora: Afectación a bosque de galería por efecto de apertura de carril de servicio - Corta de árboles para tendido- Posible corta de especímenes forestales de valor particular - Pérdida de hábitats para especies vegetales arbóreas	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC) Ley Forestal 7575, y su reglamento DE 25721-MINAE, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002	Elaborar Inventario de Flora y Fauna a ser reubicados- En fase de diseño identificar e inventariar los árboles hospederos de especies vegetales de poblaciones amenazadas o protegidas - Ajustar el diseño de la línea para minimizar la corta de árboles al paso por estas formaciones (preferencia áreas abiertas) - Aplicar podas y desrames en los casos que técnicamente se prevea la coexistencia de los con la línea (presencia del Regente Forestal a cargo) .Implementar técnicas apropiadas de manejo forestal incluyendo la corta dirigida.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Minimizar el impacto en las formaciones de Bosque de Galería y posibles corredores biológicos, así como en especímenes forestales hospederos y pasos arbolados del camino.	10	1 Plan de selección de ruta avalado por Biólogo y Forestal Inventario de flora y Fauna.	Planeamiento y diseño	Fin de proceso constructivo

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MLDPGB 04	Producción de desechos del proceso constructivo y apertura de trocha (Fitomasa (cód. LD-9 y 11)	Medio social	La disposición inadecuada de los desechos en la fase de construcción (papel, plástico, sobrantes de pintura, escombros, madera, etc.)	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC) Ley para la Gestión Integral de Residuos No. 8829, y su Reglamento no.37567-S-MINAET-H, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002	1. Elaborar e implementar Plan de manejo de residuos. 2. Los residuos del proceso constructivo serán clasificados y separados acordes a su recuperabilidad o re-uso. 3. Se coordinará con el Sistema de Gestión Integral de Residuos del ICE (SIGIR) la disposición final de estos elementos. 4. Desechos ordinarios producto de la alimentación en campo del personal será colectados a diario y transportados a centro laboral para su disposición adecuada. 5. Desechos de fitomasa serán trozados y apilados en estibas en sitios que no representes riesgo de incendio. 6. No se permitirá el vertido de solventes, lubricantes, pinturas, etc., en campo o en drenajes. 7. No se permitirá el quemado de desechos de papel o madera en campo	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Gestionar adecuadamente los desechos del proceso constructivo.	5	Plan de manejo de residuos. Registros de acopio y tratamiento de residuos.	Planeamiento y diseño	Fin de proceso constructivo
MLDPGB 05	Puesta en operación de la línea de distribución	Medio social	Peligro de electrocución de fauna por la presencia del tendido trifásico energizado.	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC)	En base a los estudios de fauna definir y establecer los sitios y dispositivos a implementar para reducir la electrocución de fauna .Implementar el uso de cables semi aislados en pasos de ríos y quebradas, mantener el carril de la servidumbre libre de ramas	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Reducir la pérdida de espécimen de fauna por electrocución	10	Diseño de línea de distribución incluyendo los tramos donde se implementará el uso de cable aislado. Registros de electrocución de la fauna a lo largo de la línea.	Planeamiento y diseño	Fin de proceso constructivo

Número de medida	Actividad-acción (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US$)	Indicadores de Desempeño del Monitoreo - Responsable (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
MLDPGB 06	Ejecución de trabajo en vía pública y áreas urbano-rural. (cód. LD-10)	Medio social	Presencia temporal de obstáculos viales, posible caída de herramientas o herrajes, corta y derrame de árboles etc.	Ley Orgánica del Ambiente (ley no. 7554) Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC), Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002	1. A través del Plan de Comunicación se informará a las comunidades de la ejecución de la obra y sus implicaciones en el tránsito vehicular y la seguridad peatonal. 2. Se colocarán señales preventivas en cada sitio de trabajo. 3. Al momento de ejecutar operaciones riesgosas como izado de postes, corta de árboles u otras, se dispondrá de personal que regule el tránsito en la vía. 4. No se dejarán obras riesgosas sin demarcar por las noches, por ejemplo agujeros de poste, maquinaria estacionada, etc.	**Director del Proyecto** (equipo de gestión ambiental del proyecto)	Velar por la seguridad del personal y población local a la hora de ejecutar los trabajos en vía pública.	5	Plan de comunicación y relación con las comunidades según lo señalado en esta medida Registro de eventos ocurridos y comunicados.	Planeamiento y diseño	Fin de proceso constructivo

NO CONFORMIDADES

No se registraron. Las no conformidades reportadas anteriormente fueron subsanadas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La etapa constructiva Borinquen I cuenta con un avance constructivo del 54,60%.

La etapa constructiva Borinquen I cuenta con un 69.10% de avance en la implementación de medidas de control ambiental.

No se están realizando trabajos de perforación profunda.

La máquina perforadora K-Pem permanece almacenada en la plazoleta PLB-08, en la que se realizan trabajos de mantenimiento.

El proceso constructivo de la cerca perimetral se mantiene con un avance de 9200 m lineales. Durante el presente periodo no se construyó cerca perimetral.

Se trabaja en la conformación de los sitios de obra Laguna LGB-05, Estación Separadora ESB-05, Ruta de tubería sector norte y sector sur: instalación de pedestales, instalación de tuberías, construcción de pasoductos, estabilización de taludes, construcción de cunetas para manejo de aguas perimetrales en taludes, aplicación de hidrosiembra en taludes, Laguna LGB-02 y Estación Separadora ESB-02.

Se trabaja en el armado, colado y fraguado de pedestales de la ruta de tubería, así como en la instalación de estos en la Ruta Norte y Ruta Sur.

Se trabaja en la construcción del paso sobre la quebrada Fría, saliendo de la comunidad de Agua Fría hacia El Cedro.

Se realizaron actividades de mejora y mantenimiento de caminos externos.

Se realizaron reuniones con las comunidades del área de influencia directa del Proyecto.

Se realizaron actividades de educación ambiental en escuelas del área de influencia del Proyecto.

Se realizan diagnósticos arqueológicos en sitios obra modificados. Se realizan evaluaciones arqueológicas en varios sitios de obra.

Se realiza supervisión arqueológica durante los movimientos de tierra en sitios de obra (capa superficial).

Concluyó el proceso de rescate del rasgo arqueológico asociado a la Ruta Norte.

Se realizaron trabajos de aprovechamiento forestal.

Se realizó el inventario forestal para el trámite de permiso de aprovechamiento forestal asociado a los accesos de los Puente Tubo 2 y 3, y el paso de alcantarilla de la Quebrada Salitral.

Se realiza rescate de fauna silvestre durante el aprovechamiento forestal y movimientos de capa superficial en sitios de obra.

El análisis de aguas para determinar la incidencia de hidrocarburos en cuerpos de agua superficiales, según los datos obtenidos, los valores de concentración no fueron detectables en los análisis de laboratorio, por lo que se infiere que las fuentes de agua se encuentran libres de hidrocarburos.

Los cuerpos de agua monitoreados en PG Borinquen presentan condiciones de calidad buenas, son ríos y quebradas limpias que a simple vista no se observan perturbaciones que puedan afectar directamente la condición del agua.

Se implementa un programa de gestión de residuos.

REGISTRO FOTOGRÁFICO COMENTADO

Rótulo en la entrada principal PG Borinquen, acceso principal al Área de Proyecto. Noviembre 2025.

Control de ingreso y salida al PG Borinquen, acceso principal al Área de Proyecto. Noviembre 2025.

Señalización dentro de camino interno del PG Borinquen. Noviembre 2025.

Señalización dentro de camino interno del PG Borinquen. Noviembre 2025.

Señalización vial en camino externo. Noviembre 2025.

Señalización vial en camino externo. Noviembre 2025.

Sitio de obra Laguna 05 (LGB-05) y Estación Separadora ESB-05. Noviembre 2025.

Sitio de obra Laguna LGB-02 y Estación Separadora ESB-02. Noviembre 2025.

Sitio de obra tubería de vapor sector Ruta Norte, Entre la laguna LGB-05 y la plazoleta PLB-09. Noviembre 2025.

Sitio de obra tubería de vapor sector Ruta Norte, saliendo de PLB-05. Noviembre 2025.

Vista panorámica del sitio de obra Plazoleta PLB-02. Noviembre 2025.

Vista panorámica del sitio de obra Plazoleta PLB-03, oficinas de Gestión Socio ambiental y Centro de transferencia de residuos. Noviembre 2025.

Vista panorámica del sitio de obra Plazoleta PLB-05. Noviembre 2025.

Vista panorámica del sitio de obra Plazoleta PLB-08. Noviembre 2025.

Vista panorámica del sitio de obra Plazoleta PLB-09. Noviembre 2025.

Vista panorámica del sitio de obra Escombrera 2. Novembre 2025.

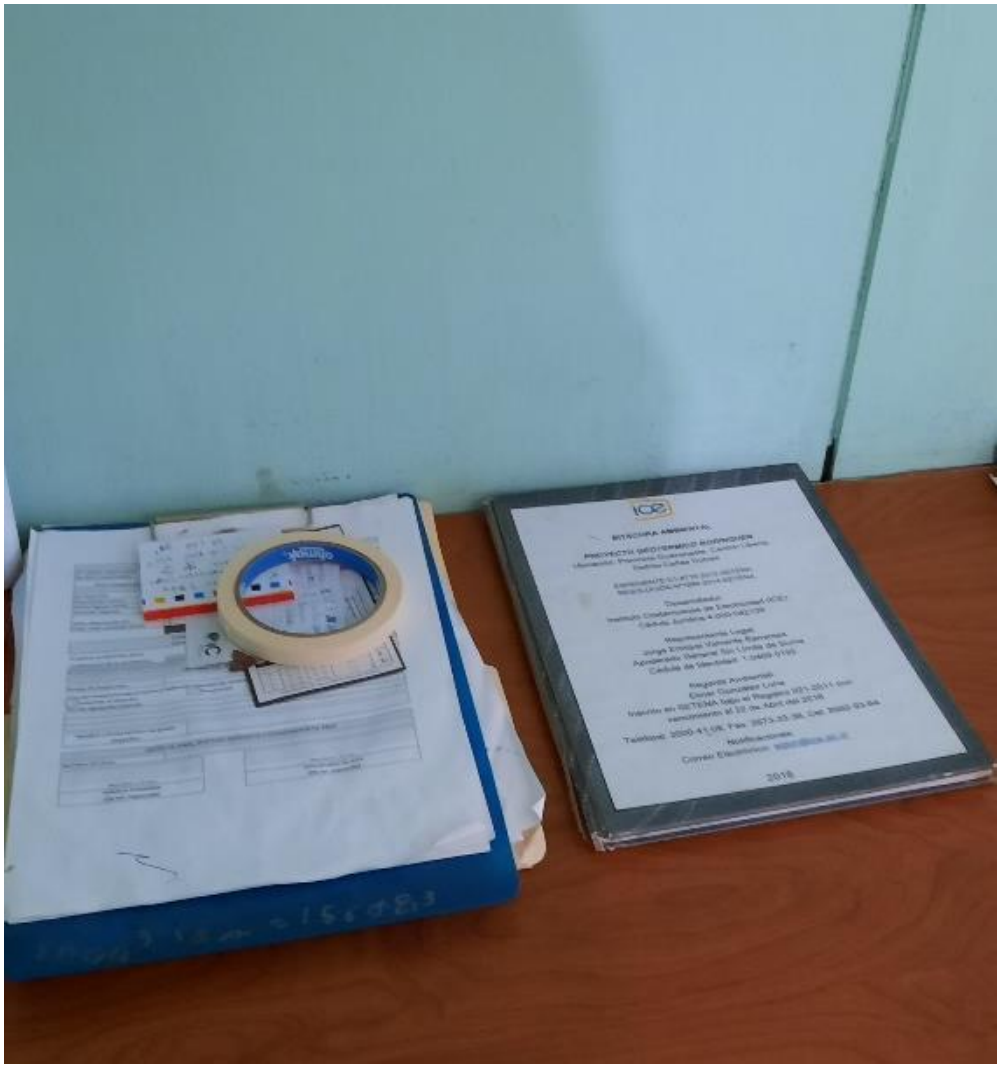
Vista panorámica sitio de obra Escombrera 1. Noviembre 2025.

Vista panorámica sitio de obra Planta de concreto. Noviembre 2025.

Vista panorámica del Área de Proyecto del PG Borinquen. Noviembre 2025.

ANOTACIONES DE BITÁCORA AMBIENTAL (periodo de informe).

La bitácora ambiental del PG Borinquen se ubica en el área de oficinas de Servicios No Regulados, al costado noroeste de la Casa de Máquinas del mismo proyecto, en la oficina del Coordinador de Gestión Ambiental del Proyecto, el Ingeniero Keneth Villalobos Ramírez, teléfono 2001-0966 / 8493-1342.



BITÁCORA AMBIENTAL

PROYECTO GEOTERMICO BORINQUEN

Ubicación: Provincia Guanacaste, Cantón Liberia,
Distrito Cañas Dulces

EXPEDIENTE D1-8715-2012-SETENA
RESOLUCIÓN Nº1686-2014-SETENA

Desarrollador:
Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)
Cédula Jurídica 4-000-042139

Representante Legal:
Jorge Enrique Valverde Barrantes
Apoderado General Sin Límite de Suma
Cédula de Identidad: 1-0469-0192

Regente Ambiental:
Elmer González Luna
Inscrito en SETENA bajo el Registro 021-2011 con
vencimiento al 22 de Abril del 2016

Teléfono: 2000-41-09, Fax: 2673-33-36, Cel: 8992-93-64

Notificaciones:
Correo Electrónico: elgon@ice.go.cr

2016

SECRETARIA TECNICA NACIONAL AMBIENTAL
setena
17 FEB. 2016
Marlene 2:24
CORRESPONDENCIA

SETENA
Al contestar refiérase a Consecutivo No.:
1578

N° de Expediente: 8715-2012-setena

Nombre del Proyecto: Geotérmico Borinquen

Personería jurídica: Instituto Costarricens de Electricidad.

Inst. de Evaluación: EsIA.

Viabilidad Ambiental: Otorgada

IOOs Presentados: BA-MGA-RA-NRA.

Técnico Responsable: Francisco Fernández V.

Coordinador Dpto DEA: Eduardo Murillo M.

68

sector "Ruta Norte": pedestales, tubería metálica, pasoductos, manejo de aguas pluviales, estabilización de taludes, hidrosembra, entre otras. Se trabaja en la impermeabilización de la Laguna LGB-02. Se mantienen las recomendaciones ambientales sobre el manejo de aguas residuales de la planta de tratamiento. Se recibió la visita de seguimiento ambiental y social del BID. Se realiza el monitoreo ambiental de variables ambientales: fauna, aire, lluvia, aguas superficiales, corrosión atmosférica, microsismicidad, y otros. No se registraron impactos ambientales negativos significativos. 14/07/2025 3:30 pm. Consultor 021-2011.

138- La máquina perforadora K-Pem permanece almacenada en la plazoleta PLB-08, donde se le realizan labores de mantenimiento. No se están realizando trabajos de perforación profunda. Continua la construcción de la tubería metálica en el sector "Ruta Norte": pedestales, tubería metálica, estabilización de taludes, hidrosiembra, pasoductos y otras. Se trabaja en la impermeabilización de la laguna LGB-02. Se realizan trabajos en la planta de concreto para la reutilización de las aguas residuales y secado de lodos. Se realizan trabajos de mantenimiento de caminos externos. Se realiza chapea de sectores de la finca para proyectos eólicos y solares. Se realiza monitoreo ambiental: fauna, aire, lluvias, aguas superficiales, corrosión atmosférica, microsismicidad y otros. No se registraron impactos ambientales negativos significativos. 11/08/2025. 4:30 pm. Consultor 021-2011.

139- No se están realizando trabajos de perforación profunda. La Máquina Perforadora K-Pem permanece almacenada en la plazoleta PLB-08, donde se le realizan labores de mantenimiento. Continua la construcción

SECRETARIA TECNICA NACIONAL
Osetena
MINAE

62

de la tubería de fluidos geotérmicos: "Ruta Norte": instalación de pedestales, tubería metálica, pasoductos, estabilización de taludes, hidrosiembra, manejo de aguas. Concluyó la impermeabilización de la laguna LLB-02. Concluyó la construcción del sistema de reutilización de agua residual de la planta de concreto y el sistema de secado de lodos de la misma. Se realizan trabajos de mejora y mantenimiento de caminos externos. Se realiza el monitoreo de variables ambientales: fauna, lluvia, aguas superficiales, ruido, corrosión atmosférica, microsismicidad y otros. 22/09/2025. 5:00 pm. Consultor 021-2011.

140- No se realizan trabajos de perforación profunda. La máquina perforadora K-Pem permanece almacenada en la plazoleta PLB-08. Continúan los trabajos de construcción de la tubería de fluidos geotérmicos en el sector "Ruta Norte": instalación de pedestales, tubería metálica, pasoductos, estabilización de taludes, hidrosiembra y manejo de aguas pluviales. También se trabaja en la construcción de la tubería de fluidos geotérmicos en el sector "Ruta Sur", desde la plazoleta PLB-02 hacia la CM: instalación de pedestales, manejo de aguas pluviales. Se realizan trabajos de mejora y mantenimiento de caminos externos. Se realizan monitoreos ambientales: fauna, aire, aguas superficiales, lluvia, ruido, corrosión atmosférica, microsismicidad. No se registraron impactos ambientales negativos significativos. 06/10/2025. 4:30 pm. Consultor 021-2011.

141- No se están realizando trabajos de perforación profunda. La Máquina Perforadora K-Pem se encuentra almacenada en la Plazoleta PLB-08. Se realizan trabajos de construcción de la tubería de fluidos geotérmicos en los sectores "Ruta Norte" y "Ruta Sur": instalación de pedestales, instalación de tubería metálica,

70

poroductos, estabilización de taludes, hidrosiembra, manejo de aguas superficiales (pluviales), entre otras. Se realizan trabajos de mejora y mantenimiento de caminos externos. Se realiza el monitoreo de variables ambientales: fauna, aire, ruido, lluvia, aguas superficiales, microsismicidad, corrosion atmosférica, entre otros. 17/11/2025. 3:30pm Consultor 024-2011

SECRETARIA TECNICA NACIONAL AMBIENTAL setena MINAE

ANEXOS

Anexo 1. Comprobante de garantía ambiental y nota de entrega en la SETENA.

ENTRADA DE VALOR

CV 7297 MINAE-SECRETARIA TECN. NAC. AMBIEN. (SETENA)
Apartado Postal:5299-1000
Barrio: SAN JOSE
B. Escalante de la igle. Sta Teresita 300N y 150E

216218
13/02/2025

BANCO NACIONAL DE COSTA RICA • CUSTODIA Y ADMINISTRACIÓN DE VALORES O.P. • BN

OVA OTROS VALORES
CVOVAL1713 ADENDUM. BANCO DAVIVIENDA. DOLARES

No. Valor	Monto	Mon	N/P	Tasa	F.Emision	F.Vencimiento	Descripcion
GRB050042553 916	66,310.00	D	N	0.0000		25/01/2026	EXP 8715-2012 PROYECTO GEOTERMICO BORINQUEN DESARROLLADOR INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICI 4-000-042139. VARIACION DEL MC DE LA GARANTIA SEGUN RESOLUCION 2027-2023-SETENA 20-12-2023

BANCO NACIONAL

Total: 33,861,864.60 Incl 66,310.00 Dolares Al 510.66

Valores : 1

SE REC DE INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD 4-000-042139 GAR CUMP SET EXP ADM 8715-2012 PROYECTO GEOTERMICO BORINQUEN. VIG 25-01-2025 AL 25-01-2026 CLIENTE SUMINISTRA LOS DATOS A LA ORDEN DE SETENA

BANCO NACIONAL DE COSTA RICA
OFICINA PRINCIPAL - 208
Omar Fuentes Rodriguez
EMPL. 17236
Custodia y Adm. de Valores OP.

Pagina 1

BANCO NACIONAL DE COSTA RICA
ZONA COMERCIAL CENTRAL
Christian E. Quesada Prendas
EMPL. 17270
CUSTODIA Y ADMIN. DE VALORES OP.

ICE

2025-03-13
ASA-017-2025

Señores
Secretaría Técnica Nacional Ambiental
Ministerio de Ambiente y Energía
Presente

Estimados señores:

Asunto: Entrega del comprobante del depósito de la Garantía Ambiental del Proyecto Geotérmico Borinquen. Expediente Administrativo D1-8715-2012-SETENA. Resolución N° 1686-2014-SETENA.

En cumplimiento de lo estipulado y solicitado en la resolución de referencia, se hace entrega y se informa a esa Secretaría de lo siguiente:

Comprobante del depósito de Garantía Ambiental: Se adjunta copia del comprobante del depósito de Garantía Ambiental N°216218 emitida el 13 de febrero del 2025 por el Banco Nacional de Costa Rica y depositada en el Fondo Nacional Ambiental –SETENA, por un monto de $66 310,00 (Sesenta y seis mil trescientos diez dólares con cero centavos), vigente hasta el 25 de enero del 2026.

Para efectos de recibir notificaciones, se detalla las siguientes direcciones de correo electrónico: ceroque@ice.go.cr, aacevedo@ice.go.cr, elgon@ice.go.cr.

Sin otro particular me despido, quedando a su disposición para cualquier consulta al respecto.

¡Somos conectividad!

ICE

2025-03-11
ASA-017-2025Página **2** de **2**

Atentamente,

Fuentes Geotérmicas
División Generación

Ing. Elmer Fabián González Luna
Responsable Ambiental
Proyecto Geotérmico Borinquen

SETENA NACIONAL
02526-2025
Fecha: 11/03/2025 08:30:00
Asunto: ENTRADA - TRAMITES ESPECIALES
Responsable

c/c:
Ing. Cesar Roque Siles.
Responsable Ambiental Ing. Elmer Fabián González Luna.

Anexos: Comprobante de pago de la Garantía Ambiental.

\\10.149.70.64\Data_RGE\GE\Gest-Soc-Ambiental\Infor-Administrativa\Notas

SECRETARIA TECNICA NACIONAL AMBIENTAL
13 MAR. 2025
CORRESPONDENCIA

Teléfonos (506) 2000-4109 / 8992-9364
elgon@ice.go.cr

¡Somos conectividad!

Anexo 2. Manifiestos de transporte de residuos peligrosos.

REPÚBLICA DE COSTA RICA							
MANIFIESTO DE TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS							
NOMBRE DEL RESIDUO:			Residuos plásticos con hidrocarburos				Código del residuo: 170204
Fecha estimada de envío:			3/12/2025	Fecha estimada de recepción:			3/12/2025
I. DATOS GENERALES DE INVOLUCRADOS							
Nombre de la empresa generadora:			Borinquen				
Tel:	8403-4724	Fax:		Correo electrónico:	JRodriguezBo@ice.go.cr	Domicilio:	Borinquen
Nombre y firma del generador encargado: Johnny Rodríguez Bonilla							
Nombre del receptor/consignatario:			Wastech				
Tel:	22016869	Fax:		Correo electrónico:	daniela.quesad	Domicilio:	Cartago
Nombre y firma del receptor/consignatario:					Daniela Quesada		
Nombre del transportista:			Wastech				
Tel:		Fax:		Correo electrónico:		Domicilio:	
Nombre y firma del transportista encargado:			Randal Trejos Retana		Nombre y licencia del conductor:	Randal Trejos Retana	304530822
Código de identificación del vehículo:			Permiso de circulación del vehículo:		Rutas autorizadas:		
174187			190262		Borinquen-Cartago		
Número de bultos y tipo embalajes:			Cantidad transportada (kg):		Regente químico o	Johnny Rodríguez	
22	bolsas		440				
II. CRITERIO DE PELIGROSIDAD							
Tóxico: 1			Inflamable: 1		Explosivo: 0		
Reactivo: 0			Otro:		Corrosivo: 0		
Simbología (UN, UE o SGA) Rectángulo, # de riesgo de asoc arriba, abajo el # de sustancia. IMPORTANTE INSERTAR RECTANGULO ADJUNTO 900/3077				Rombo NFPA (NFPA 704)			
III. CARACTERIZACIÓN Y COMPOSICIÓN							
			Porcentaje %		Número CAS		
Componente:		Plástico	mayor a 95		NA		
Componente:							
Componente:							
IV. PARÁMETROS GENERALES DEL RESIDUO							
Estado físico a 20º		Densidad (kg/m3)	pH	Punto de ebullición	Punto de inflamación		
Sólido		Mayor a 1000	NA	NA	NA		
Toxicidad				Análisis microbiológico			
Componente		Resultado analítico (mg/kg)		Parámetro	Resultado microbiológico		
Riesgos toxicológicos y ecotoxicológicos:							
Incompatibilidades químicas y riesgos generales: Tabla de incompatibilidades del decreto 27001. Art.7. Debe indicar el grupo reactivo y las incompatibilidades con otros grupos reactivos: GRUPO 8 (H, F, G)							
V. INSTRUCCIONES DE MANIPULACIÓN O MANEJO							
Se adjunta a este documento la nota debidamente firmada del encargado de disposición final del residuo, indicando el modo de acondicionamiento/tratamiento/disposición final y aceptando la responsabilidad por el correcto manejo ambiental.							
VI. INFORMACIÓN PARA EMERGENCIAS 24H							
Nombre del encargado de atención de emergencias:			Keneth Villalobos				
Dirección:		Borinque			Teléfono:	2000-4601	
Disposiciones para el manejo de emergencias según tipo de accidente o emergencia: El contacto puede causar quemaduras en piel y ojos; el fuego puede causar gases irritantes, corrosivos o tóxicos. El contacto con la materia fundida puede causar graves quemaduras.							
El generador de este residuo declara bajo juramento que la información en el presente documento es totalmente fidedigna							
Nombre: Orlando Barrios Rodriguez				Firma: ORLANDO BARRIOS RODRIGUEZ (FIRMA)	Firmado digitalmente po ORLANDO BARRIOS RODRIGUEZ (FIRMA) Fecha: 2025.12.03 12:58: -06'00'		

REPÚBLICA DE COSTA RICA

MANIFIESTO DE TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS

NOMBRE DEL RESIDUO:	**Aceite lubricante**		**Código del residuo: 130206**
Fecha estimada de envío:	**3/12/2025**	**Fecha estimada de recepción:**	**3/12/2025**

I. DATOS GENERALES DE INVOLUCRADOS

Nombre de la empresa generadora:			Borinquen				
Tel:	8403-4724	Fax:		Correo electrónico:	JRodriguezBo@ice.go.cr	Domicilio:	Borinquen
Nombre y firma del generador encargado: Johnny Rodríguez Bonilla							
Nombre del receptor/consignatario:			Wastech				
Tel:	22016869	Fax:		Correo electrónico:	daniela.quesad	Domicilio:	Cartago
Nombre y firma del receptor/consignatario:					Daniela Quesada		
Nombre del transportista:			Wastech				
Tel:		Fax:		Correo electrónico:		Domicilio:	
Nombre y firma del transportista encargado:			Randal Trejos Retana		Nombre y licencia del conductor:	Randal Trejos Retana	304530822
Código de identificación del vehículo:			Permiso de circulación del vehículo:		Rutas autorizadas:		
174187			190262		Borinquen-Cartago		
Número de bultos y tipo embalajes:			Cantidad transportada (kg):		Regente químico o	Johnny Rodríguez	
20	estañones		4000				

II. CRITERIO DE PELIGROSIDAD

Tóxico: 1		Inflamable: 2		Explosivo: 0	
Reactivo: 0		Otro:		Corrosivo: 0	

Simbología (UN, UE o SGA) Rectángulo, # de riesgo de asoc arriba, abajo el # de sustancia. IMPORTANTE INSERTAR RECTANGULO ADJUNTO 900/3077	Rombo NFPA (NFPA 704)

III. CARACTERIZACIÓN Y COMPOSICIÓN

		Porcentaje %	Número CAS
Componente:	Aceite	1000	8020-83-5
Componente:			
Componente:			

IV. PARÁMETROS GENERALES DEL RESIDUO

Estado físico a 20º	Densidad (kg/m3)	pH	Punto de ebullición	Punto de inflamación
Líquido	Menor a 1000	NA	NA	NA

Toxicidad		Análisis microbiológico	
Componente	Resultado analítico (mg/kg)	Parámetro	Resultado microbiológico

Riesgos toxicológicos y ecotoxicológicos:

Incompatibilidades químicas y riesgos generales: Tabla de incompatibilidades del decreto 27001. Art.7. Debe indicar el grupo reactivo y las incompatibilidades con otros grupos reactivos: GRUPO 8 (H, F, G)

V. INSTRUCCIONES DE MANIPULACIÓN O MANEJO

Se adjunta a este documento la nota debidamente firmada del encargado de disposición final del residuo, indicando el modo de acondicionamiento/tratamiento/disposición final y aceptando la responsabilidad por el correcto manejo ambiental.

VI. INFORMACIÓN PARA EMERGENCIAS 24H

Nombre del encargado de atención de emergencias:		Keneth Villalobos	
Dirección:	Borinque	Teléfono:	2000-4601

Disposiciones para el manejo de emergencias según tipo de accidente o emergencia: El contacto puede causar quemaduras en piel y ojos; el fuego puede causar gases irritantes, corrosivos o tóxicos. El contacto con la materia fundida puede causar graves quemaduras.

El generador de este residuo declara bajo juramento que la información en el presente documento es totalmente fidedigna.

Nombre: Orlando Barrios Rodríguez	Firma: ORLANDO BARRIOS RODRIGUEZ (FIRMA)

Firmado digitalmente por ORLANDO BARRIOS RODRIGUEZ (FIRMA)
Fecha: 2025.12.03 12:37:23 -06'00'

COMPONENTE BIOLÓGICO

Anexo 3. Análisis de Hidrocarburos y SAM en cuerpos de agua superficiales en el AP.

Bioanalítica Análisis Ambientales

Bioanalítica Pacífico S
Santa Cruz, Guanacaste, Costa F
Phn (506) 8492-
www.labcostarica.
info@bioanalitica

Reporte de Resultados

Cliente: Instituto Costarricense de Electricidad
Contacto: Dayana Gamboa
Dirección: Guanacaste Liberia, Curubandé
E-mail: Dgamboas@ice.go.cr
Actividad: Generación de energía
Tel/Fax: 8403 4724

Código de muestra: 20250
Método de Muestreo: PA-01
Plan de Muestreo: 10743
Muestreado por: FMM
Fecha de muestreo: 10/09/
Fecha de ingreso: 10/09/
Fecha de reporte: 06/10/

Descripción: Toma de agua PGB-05 **Coordenadas:** lat=10.8328146, long=-85.3937227

Análisis	Resultado	Unidades	Valores admisibles	LC	Inc. (U)	Método de Ensa
Hidrocarburos > C40	ND	mg/L		0.30		CHEM-PT-095
Hidrocarburos C10-C16	ND	mg/L		0.30		**
Hidrocarburos C16-C34	ND	mg/L		0.30		CHEM-PT-095
Hidrocarburos C34-C50	ND	mg/L		0.30		CHEM-PT-095
Hidrocarburos C6-C10	ND	mg/L		0.30		CHEM-PT-095
Hidrocarburos Rango GRO	ND	mg/L		0.50		CHEM-PT-033
Hidrocarburos Rango DRO	ND	mg/L		0.50		CHEM-PT-033
Hidrocarburos Totales	ND	mg/L		0.50		CHEM-PT-033

Bioanalítica Análisis Ambientales

Bioanalítica Pacífico S
Santa Cruz, Guanacaste, Costa F
Phn (506) 8492-
www.labcostarica.
info@bioanalitica

Reporte de Resultados

Cliente: Instituto Costarricense de Electricidad
Contacto: Dayana Gamboa
Dirección: Guanacaste Liberia, Curubandé
E-mail: Dgamboas@ice.go.cr
Actividad: Generación de energía
Tel/Fax: 8403 4724

Código de muestra: 20250
Método de Muestreo: PA-01
Plan de Muestreo: 10743
Muestreado por: FMM
Fecha de muestreo: 10/09/
Fecha de ingreso: 10/09/
Fecha de reporte: 06/10/

Descripción: Toma de agua PGB-05 - Arriba **Coordenadas:** lat=10.7341799, long=-85.4791591

Análisis	Resultado	Unidades	Valores admisibles	LC	Inc. (U)	Método de Ensa
Hidrocarburos > C40	ND	mg/L		0.30		CHEM-PT-095
Hidrocarburos C10-C16	ND	mg/L		0.30		**
Hidrocarburos C16-C34	ND	mg/L		0.30		CHEM-PT-095
Hidrocarburos C34-C50	ND	mg/L		0.30		CHEM-PT-095
Hidrocarburos C6-C10	ND	mg/L		0.30		CHEM-PT-095
Hidrocarburos Rango GRO	ND	mg/L		0.50		CHEM-PT-033
Hidrocarburos Rango DRO	ND	mg/L		0.50		CHEM-PT-033
Hidrocarburos Totales	ND	mg/L		0.50		CHEM-PT-033

Bioanalítica Análisis Ambientales

Bioanalítica Pacífico Sf
Santa Cruz, Guanacaste, Costa Ri
Phn (506) 8492-3
www.labcostarica.cc
info@bioanalitica.n

Reporte de Resultados

Cliente: Instituto Costarricense de Electricidad
Contacto: Dayana Gamboa
Dirección: Guanacaste Liberia, Curubandé
E-mail: Dgamboas@ice.go.cr
Actividad: Generación de energía
Tel/Fax: 8403 4724

Código de muestra: 202509
Método de Muestreo: PA-01
Plan de Muestreo: 107435-
Muestreado por: FMM
Fecha de muestreo: 10/09/2
Fecha de ingreso: 10/09/2
Fecha de reporte: 06/10/2

Descripción: Tanque de almacenamiento Oficinas **Coordenadas:** lat=10.8246453, long=-85.4231993,

Análisis	Resultado	Unidades	Valores admisibles	LC	Inc. (U)	Método de Ensay
idrocarburos > C40	ND	mg/L		0.30		CHEM-PT-095 *
idrocarburos C10-C16	ND	mg/L		0.30		**
idrocarburos C16-C34	ND	mg/L		0.30		CHEM-PT-095 *
idrocarburos C34-C50	ND	mg/L		0.30		CHEM-PT-095 *
idrocarburos C6-C10	ND	mg/L		0.30		CHEM-PT-095 *
idrocarburos Rango GRO	ND	mg/L		0.50		CHEM-PT-033 *
idrocarburos Rango DRO	ND	mg/L		0.50		CHEM-PT-033 *
idrocarburos Totales	ND	mg/L		0.50		CHEM-PT-033 *

Observaciones: **

Bioanalítica Análisis Ambientales

Bioanalítica Pacífico
Santa Cruz, Guanacaste, Costa
Phn (506) 8492
www.labcostarica
info@bioanalitic

Reporte de Resultados

Cliente: Instituto Costarricense de Electricidad
Contacto: Dayana Gamboa
Dirección: Guanacaste Liberia, Curubandé
E-mail: Dgamboas@ice.go.cr
Actividad: Generación de energía
Tel/Fax: 8403 4724

Código de muestra: 2025
Método de Muestreo: PA-0
Plan de Muestreo: 1074
Muestreado por: FMM
Fecha de muestreo: 10/0
Fecha de ingreso: 10/0
Fecha de reporte: 06/1

Descripción: Filtro #1 (Secundario) - Oficina **Coordenadas:** lat=10.8239018, long=-85.4230112

Análisis	Resultado	Unidades	Valores admisibles	LC	Inc. (U)	Método de En
idrocarburos > C40	ND	mg/L		0.30		CHEM-PT-0
idrocarburos C10-C16	ND	mg/L		0.30		**
idrocarburos C16-C34	ND	mg/L		0.30		CHEM-PT-0
idrocarburos C34-C50	ND	mg/L		0.30		CHEM-PT-0
idrocarburos C6-C10	ND	mg/L		0.30		CHEM-PT-0
idrocarburos Rango GRO	ND	mg/L		0.50		CHEM-PT-0
idrocarburos Rango DRO	ND	mg/L		0.50		CHEM-PT-0
idrocarburos Totales	ND	mg/L		0.50		CHEM-PT-0

Anexo 4. Listado de fauna silvestre identificada en monitoreos diurnos y nocturnos en el periodo de agosto-noviembre 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Grupo	Especie	Nombre común
Anfibios	*Agalychnis callidryas*	Rana verde de ojos rojos, rana calzonuda
Anfibios	*Bolitoglossa striatula*	Salamandra estriada
Anfibios	*Cochranella granulosa*	Rana de vidrio granulosa
Anfibios	*Craugastor fitzingeri*	Ranita, sapito
Anfibios	*Craugastor mimus*	Ranita, sapito
Anfibios	*Duellmanohyla rufioculis*	Rana de arroyo vientre blanco
Anfibios	*Espadarana prosoblepon*	Rana de vidrio esmeralda
Anfibios	*Hypopachus variolosus*	Rana ovejera
Anfibios	*Incilius melanochlorus*	Sapo del bosque lluvioso
Anfibios	*Incilius valliceps*	Sapo golfeño
Anfibios	*Lithobates forreri*	Rana de Forrer
Anfibios	*Lithobates warszewitschii*	Rana verdadera
Anfibios	*Pristimantis ridens*	Rana ladrona pigmea
Anfibios	*Rhinella horribilis*	Sapo
Anfibios	*Sachatamia albomaculata*	Rana de vidrio de cascada
Anfibios	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana
Anfibios	*Smilisca sordida*	Rana arborícola parda
Anfibios	*Trachycephalus typhonius*	Rana, rana lechosa
Aves	*Amazilia rutila*	Colibrí, gorrión, amazilia canela
Aves	*Amazilia tzacatl*	Colibrí, gorrión, amazilia rabirrufa
Aves	*Amazona albifrons*	Kan-kan, lora, loro frentiblanco
Aves	*Arremon aurantiirostris*	Pico de oro, pico rojo, pinzón piquinaranja
Aves	*Arremonops conirostris*	Pinzón cabecilistado
Aves	*Arremonops rufivirgatus*	Pinzón aceitunado
Aves	*Aythya affinis*	Porrón menor
Aves	*Basileuterus culicivorus*	Reinita coronidorada
Aves	*Basileuterus delattrii*	Reinita cabecicastaña
Aves	*Brotogeris jugularis*	Catano, zapoyolito, perico, periquito barbinaranja
Aves	*Buteo plagiatus*	Gavilán, gavilán pollero, gavilán gris
Aves	*Campephilus guatemalensis*	Carpintero cabeza roja, carpintero picoplata
Aves	*Campylorhynchus capistratus*	Chico piojo, saltapiñuelas, soterrey nuquirrufo
Aves	*Cantorchilus modestus*	Chinchiriguí, soterrey chinchirigüí
Aves	*Cathartes aura*	Zopilote, zopilote cabecirrojo
Aves	*Catharus minimus*	Zorzal carigrís
Aves	*Catharus ustulatus*	Zorzal de Swainson
Aves	*Chiroxiphia linearis*	Toledo, saltarín Toledo
Aves	*Chlorestes eliciae*	Colibrí colidorado
Aves	*Columbina inca*	San Juan, tortolita colilarga
Aves	*Coragyps atratus*	Gallinazo, zoncho, zopilote, zopilote negro
Aves	*Crax rubra*	Granadera, pavón, pavón grande

Aves	*Crotophaga sulcirostris*	Tijo, zopilotillo, garrapatero piquiestriado
Aves	*Crypturellus cinnamomeus*	Congolona, gongolona, perdiz, tinamú canelo
Aves	*Cyanerpes cyaneus*	Picudo, trepador, tucuso, mielero patirrojo
Aves	*Cyanocorax formosus*	Piapia azul, urraca, urraca copetona
Aves	*Cyanocorax morio*	Piapia, urraca parda
Aves	*Cynanthus canivetii*	Colibrí, gorrión, esmeralda rabihorcada
Aves	*Dendrocincla homochroa*	Trepador rojizo
Aves	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado
Aves	*Elanoides forficatus*	Gavilán tijerilla, tijerilla, elanio tijereta
Aves	*Electron carinatum*	Momoto picoquilla
Aves	*Empidonax flaviventris*	Mosquerito vientriamarillo
Aves	*Eucometis penicillata*	Tangara cabecigrís
Aves	*Eumomota superciliosa*	Bobo, pájaro bobo, momoto cejiceleste
Aves	*Euphonia affinis*	Agüío, monjita fina, eufonia gargantinegra
Aves	*Eupsittula canicularis*	Catano, periquito, zapoyol, perico frentinaranja
Aves	*Eurypyga helias*	Garza del sol
Aves	*Galbula ruficauda*	Jacamar colirrufo
Aves	*Geothlypis poliocephala*	Antifacito coronigrís
Aves	*Geotrygon montana*	Paloma-perdiz rojiza
Aves	*Habia rubica*	Tangara hormiguera coronirroja
Aves	*Heliomaster constantii*	Colibrí pochotero
Aves	*Heliomaster longirostris*	Colibrí piquilargo, pochotero del sur
Aves	*Henicorhina leucophrys*	Soterrey de selva pechigrís
Aves	*Henicorhina leucosticta*	Soterrey de selva pechiblanco
Aves	*Herpetotheres cachinnans*	Guaco
Aves	*Hylocichla mustelina*	Zorzal de bosque
Aves	*Hylomanes momotula*	Momoto enano
Aves	*Hylophylax naevioides*	Hormiguero moteado
Aves	*Leiothlypis peregrina*	Reinita verdilla
Aves	*Lepidocolaptes souleyetii*	Trepador cabecirrayado
Aves	*Leptotila plumbeiceps*	Yuré, paloma coronigrís
Aves	*Leptotila verreauxi*	Yuré, coliblanca
Aves	*Megarynchus pitangua*	Mosquerón picudo
Aves	*Melanerpes hoffmannii*	Carpintero, carpintero de Hoffmann
Aves	*Microcerculus philomela*	Soterrey ruiseñor
Aves	*Mionectes oleagineus*	Mosquero aceitunado, mosquerito de buche
Aves	*Mniotilta varia*	Reinita trepadora
Aves	*Momotus lessonii*	Bobo, pájaro bobo, momoto común
Aves	*Morococcyx erythropygus*	Guía león, horera, cuclillo sabanero
Aves	*Myiarchus crinitus*	Copetón viajero
Aves	*Myiarchus tuberculifer*	Bobillo, copetón crestioscuro
Aves	*Myiarchus tyrannulus*	Copetón crestipardo
Aves	*Myiodynastes luteiventris*	Pecho amarillo, mosquero vientriazufrado
Aves	*Myiothlypis fulvicauda*	Reinita guardaribera
Aves	*Myiozetetes similis*	Pecho amarillo, mosquero cejiblanco

Aves	*Nyctibius griseus*	Pájaro estaca, pájaro palo, nictibio común
Aves	*Nyctidromus albicollis*	Cuyeo, pucuyo, tapacaminos común
Aves	*Onychorhynchus coronatus*	Mosquero real
Aves	*Ortalis cinereiceps*	Chachalaca, pavita, chachalaca cabecigrís
Aves	*Pachysylvia decurtata*	Verdillo menudo
Aves	*Parkesia motacilla*	Menea Cola, Tordo de agua
Aves	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada, torcaza,piquirroja
Aves	*Penelope purpurascens*	Pava, pava granadera o pava crestada
Aves	*Peucaea ruficauda*	Albarda nueva, ratoncillo, sabanero cabecilistado
Aves	*Phaethornis longirostris*	Colibrí, gorrión, ermitaño colilargo
Aves	*Phaethornis striigularis*	Colibrí, gorrión, ermitaño enano
Aves	*Pheucticus ludovicianus*	Picogrueso pechirrosa, candelo tricolor
Aves	*Piaya cayana*	Bobo chizo, cuco ardilla
Aves	*Piranga ludoviciana*	Tangara carirroja
Aves	*Piranga olivacea*	Tangara escarlata
Aves	*Piranga rubra*	Cardenal, cardenal veranero, tangara veranera
Aves	*Pitangus sulphuratus*	Cristofué, pecho amarillo, bienteveo grande
Aves	*Poecilotriccus sylvia*	Espatulilla Cabecigrís
Aves	*Psarocolius montezuma*	Oropéndola, oropéndula de Montezuma
Aves	*Pseudastur albicollis*	Gavilán, gavilán blanco
Aves	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo, tucán, tucancillo collarejo
Aves	*Ramphastos sulfuratus*	Curré negro, tucán, tucán pico iris
Aves	*Ramphocaenus melanurus*	Soterillo picudo
Aves	*Saltator maximus*	Saltator gorgianteado, chayotero, chojui, comepuntas
Aves	*Setophaga petechia*	Cazadora, cazadorcilla, reinita amarilla
Aves	*Strix nigrolineata*	Lechuza blanquinegro
Aves	*Strix virgata*	Hú de león, lechuza, lechuza café
Aves	*Thamnophilus atrinucha*	Batará plomizo
Aves	*Thamnophilus doliatus*	Batará barreteado
Aves	*Thryophilus pleurostictus*	Soterrey de costado barreteado
Aves	*Thryophilus rufalbus*	Soterrey rufo y blanco
Aves	*Tigrisoma mexicanum*	Martín peña, pájaro vaco, garza-tigre cuellinuda
Aves	*Tinamus major*	Tinamú grande, tinamú mayor o tinamú oliváceo
Aves	*Tityra semifasciata*	Pájaro chancho, titira carirroja
Aves	*Todirostrum cinereum*	Espatulilla común
Aves	*Tolmomyias sulphurescens*	Piquiplano azufrado
Aves	*Trogon caligatus*	Trogón violáceo
Aves	*Trogon collaris*	Trogón ventrianaranjado
Aves	*Trogon melanocephalus*	Viuda amarilla, trogón cabecinegro
Aves	*Turdus assimilis*	Yiguirro collarejo, mirlo gorgiblanco
Aves	*Turdus grayi*	Yigüirro, mirlo pardo
Aves	*Tyrannus melancholicus*	Pecho amarillo, tirano tropical
Aves	*Tyrannus verticalis*	Tirano occidental, pecho amarillo
Aves	*Vermivora chrysoptera*	Reinita alidorada
Aves	*Vireo flavifrons*	Vireo pechiamarillo

Aves	*Vireo philadelphicus*	Vireo amarillento
Aves	*Volatinia jacarina*	Semillerito negro azulado
Mamíferos	*Alouatta palliata*	Congo, mono aullador
Mamíferos	*Artibeus jamaicensis*	Artibeo jamaiquino
Mamíferos	*Ateles geoffroyi*	Mono colorado, araña
Mamíferos	*Carollia perspicillata*	Carolia transparente
Mamíferos	*Carollia sowelli*	Carolia de cola corta
Mamíferos	*Carollia subrufa*	Murciélago gris de cola corta
Mamíferos	*Cebus imitator*	Mono carablanca
Mamíferos	*Dasyprocta punctata*	Guatuza, cherenga
Mamíferos	*Dermanura phaeotis*	Murciélago frugívoro enano
Mamíferos	*Dermanura tolteca*	Artibeo Tolteca
Mamíferos	*Dermanura watsoni*	Artibeo de Watson
Mamíferos	*Desmodus rotundus*	Vampiro
Mamíferos	*Dicotyles tajacu*	Saíno
Mamíferos	*Didelphis marsupialis*	Zorro pelón
Mamíferos	*Echinosciurus variegatoides*	Ardilla, chiza
Mamíferos	*Eira barbara*	Tolomuco
Mamíferos	*Enchisthenes hartii*	Artibeo de Hart
Mamíferos	*Glossophaga commissarisi*	Murciélago policía
Mamíferos	*Glossophaga leachii*	Murciélago de Leach
Mamíferos	*Glossophaga soricina*	Murciélago musaraña
Mamíferos	*Heteromys salvini*	Ratón semiespinoso
Mamíferos	*Lonchophylla robusta*	Murciélago grueso
Mamíferos	*Lophostoma brasiliense*	Tonatia de Brasil
Mamíferos	*Melanomys chrysomelas*	Rata Acrrocera Negridorada
Mamíferos	*Nasua narica*	Pizote
Mamíferos	*Nyctomys sumichrasti*	Ratón o rata de monte
Mamíferos	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca
Mamíferos	*Ototylomys phyllotis*	Rata escaladora orejona
Mamíferos	*Panthera onca*	Tigre, jaguar, pantera
Mamíferos	*Platyrrhinus helleri*	Murciélago de Heller
Mamíferos	*Potos flavus*	Martilla
Mamíferos	*Pteronotus personatus*	Murciélago bigotudo de Parnell
Mamíferos	*Sigmodon hirsutus*	Rata de la caña
Mamíferos	*Sturnira parvidens*	Murciélago de hombros amarillos
Mamíferos	*Tamandua mexicana*	Oso colmenero, oso hormiguero
Mamíferos	*Tapirus bairdii*	Danta
Mamíferos	*Tylomys watsoni*	Rata escaladora de Watson
Mamíferos	*Uroderma convexum*	Murciélago bilobulado
Reptiles	*Basiliscus basiliscus*	Basilisco común
Reptiles	*Boa imperator*	Boa constrictor, bécquer
Reptiles	*Bothriechis nigroadspersus*	Toboba de pestaña, bocaracá, oropel
Reptiles	*Bothrops asper*	Terciopelo
Reptiles	*Coleonyx mitratus*	Gecko bandeado tropical

Reptiles	*Corytophanes cristatus*	Perro zompopo
Reptiles	*Ctenosaura similis*	Garrobo
Reptiles	*Holcosus undulatus*	Ameiva arcoíris
Reptiles	*Imantodes cenchoa*	Culebra bejuquillo cabezona, dormilona común
Reptiles	*Imantodes gemmistratus*	Culebra bejuquillo cabezona, dormilona de bandas
Reptiles	*Lampropeltis abnorma*	Coral falsa, serpiente de leche
Reptiles	*Lepidophyma flavimaculatum*	Lagartija nocturna tropical
Reptiles	*Leptodeira ornata*	Serpiente ojos de gato Norteña
Reptiles	*Norops biporcatus*	Lagartija, anolis
Reptiles	*Norops cupreus*	Lagartija, anolis
Reptiles	*Norops oxylophus*	Lagartija, anolis de río
Reptiles	*Oxybelis fulgidus*	Bejuquilla verde
Reptiles	*Phrynonax poecilonotus*	Pajarera
Reptiles	*Phyllodactylus tuberculosus*	Geco dedos de hoja tuberculoso
Reptiles	*Pliocercus euryzonus*	Hojarasquera coral
Reptiles	*Scincella cherriei*	Esquinco de bosque café
Reptiles	*Scolecophis atrocinctus*	Come cienpies
Reptiles	*Sibon nebulatus*	Caracolera
Reptiles	*Trimorphodon quadruplex*	Culebra lira

Anexo 5. Listado de mamíferos silvestres identificados en monitoreos con cámaras trampa en el periodo de agosto-noviembre, 2025. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Grupo	**Especie**	**Nombre comun**
Mamíferos	*Conepatus semistriatus*	Zorro hediondo
Mamíferos	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle
Mamíferos	*Dasyprocta punctata*	Guatuza, cherenga
Mamíferos	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo, cusuco
Mamíferos	*Dicotyles tajacu*	Saíno
Mamíferos	*Didelphis marsupialis*	Zorro pelón
Mamíferos	*Echinosciurus variegatoides*	Ardilla, chiza
Mamíferos	*Eira barbara*	Tolomuco
Mamíferos	*Leopardus pardalis*	Manigordo, ocelote
Mamíferos	*Nasua narica*	Pizote
Mamíferos	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca
Mamíferos	*Proechimys semispinosus*	Rata o ratón de monte, yiso
Mamíferos	*Tamandua mexicana*	Oso colmenero, oso hormiguero
Mamíferos	*Tapirus bairdii*	Danta

Anexo 6. Listado de avistamientos de fauna silvestre y rescates en sitios de obra en el Proyecto Geotérmico Borinquen durante el periodo de agosto-noviembre 2025.

Grupo	***Especie***	**Nombre común**
Anfibios	*Craugastor fitzingeri*	Rana de lluvia común
Anfibios	*Craugastor mimus*	Rana de hojarasca
Anfibios	*Craugastor persimilis*	Rana de lluvia pequeña marrón
Anfibios	*Dendropsophus microcephalus*	Rana arborícola amarilla
Anfibios	*Engystomops pustulosus*	Rana túngara
Anfibios	*Gymnopis multiplicata*	Solda con solda
Anfibios	*Hypopachus variolosus*	Rana ovejera
Anfibios	*Incilius luetkenii*	Sapo amarillo
Anfibios	*Incilius melanochlorus*	Sapo del bosque lluvioso
Anfibios	*Incilius valliceps*	Sapo golfeño
Anfibios	*Lithobates forreri*	Rana de Forrer
Anfibios	*Lithobates warszewitschii*	Rana verdadera
Anfibios	*Pristimantis ridens*	Rana ladrona pigmea
Anfibios	*Rhaebo haematiticus*	Sapo hojarasquero
Anfibios	*Rhinella horribilis*	Sapo
Anfibios	*Sachatamia albomaculata*	Rana de vidrio de cascada
Anfibios	*Scinax boulengeri*	Rana arborícola narizona
Anfibios	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana
Anfibios	*Smilisca sordida*	Rana arborícola parda
Aves	*Amazona albifrons*	Kan-kan, lora, loro frentiblanco
Aves	*Archilochus colubris*	Colibrí, gorrión, colibrí garganta de rubí
Aves	*Buteo plagiatus*	Gavilán, gavilán pollero, gavilán gris
Aves	*Coragyps atratus*	Gallinazo, zoncho, zopilote, zopilote negro
Aves	*Heliomaster longirostris*	Colibrí piquilargo, pochotero del sur
Aves	*Leptotila plumbeiceps*	Yuré, paloma coronigrís
Aves	*Megascops cooperi*	Lechuza, estucurú, sorococa, lechucita sabanera
Aves	*Myiozetetes similis*	Pecho amarillo, mosquero cejiblanco
Aves	*Penelope purpurascens*	Pava, pava granadera o pava crestada
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Sanate, zanate, clarinero, zanate grande
Aves	*Ramphastos sulfuratus*	Curré negro, tucán, tucán pico iris
Aves	*Tachybaptus dominicus*	Patillo, pato de agua, zambullidor enano
Aves	*Volatinia jacarina*	Semillerito negro azulado
Mamíferos	*Heteromys salvini*	Ratón semiespinoso
Mamíferos	*Leopardus pardalis*	Manigordo, ocelote
Mamíferos	*Melanomys chrysomelas*	Rata Acrrocera Negridorada
Mamíferos	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca
Mamíferos	*Oligoryzomys costaricensis*	Rata Arrocera Enana
Mamíferos	*Panthera onca*	Tigre, jaguar, pantera
Mamíferos	*Puma concolor*	Puma, león de montaña
Mamíferos	*Sigmodon hirsutus*	Rata de la caña

Mamíferos	*Sylvilagus floridanus*	Conejo de monte
Mamíferos	*Tamandua mexicana*	Oso colmenero, oso hormiguero
Mamíferos	*Tapirus bairdii*	Danta
Reptiles	*Anolis biporcatus*	Lagartija, anolis
Reptiles	*Anolis cupreus*	Lagartija, anolis
Reptiles	*Anolis oxylophus*	Lagartija, anolis de río
Reptiles	*Boa imperator*	Boa constrictor, bécquer
Reptiles	*Bothriechis nigroadspersus*	Toboba de pestaña, bocaracá, oropel
Reptiles	*Bothrops asper*	Terciopelo
Reptiles	*Corytophanes cristatus*	Perro zompopo
Reptiles	*Ctenosaura similis*	Garrobo
Reptiles	*Enulius flavitorques*	Cabeza puntiaguda
Reptiles	*Erythrolamprus mimus*	Coral falsa de cabeza anillada
Reptiles	*Holcosus festivus*	Ameiva de Centroamérica
Reptiles	*Holcosus undulatus*	Ameiva arcoíris
Reptiles	*Imantodes gemmistratus*	Dormilona de bandas
Reptiles	*Kinosternon scorpioides*	Tortuga candado
Reptiles	*Lepidoblepharis xanthostigma*	Geco manchado
Reptiles	*Leptodeira rhombifera*	Bejuquillo ojos de gato común
Reptiles	*Marisora brachypoda*	Mabuya Centroamericana
Reptiles	*Marisora unimarginata*	Chisbalas
Reptiles	*Ninia sebae*	Culebra de café rojiza, víbora de sangre
Reptiles	*Norops biporcatus*	Anolis verde
Reptiles	*Norops unilobatus*	Anolis
Reptiles	*Oxybelis fulgidus*	Bejuquilla verde
Reptiles	*Pliocercus euryzonus*	Hojarasquera coral
Reptiles	*Rhinoclemmys pulcherrima*	Tortuga de bosque pintada, jicotea pintada
Reptiles	*Scaphiodontophis annulatus*	Corredora coral
Reptiles	*Scincella cherriei*	Esquinco de bosque café
Reptiles	*Scolecophis atrocinctus*	Come cienpies
Reptiles	*Senticolis triaspis*	Ratonera manchada, ratonera centroamericana
Reptiles	*Sibon nebulatus*	Caracolera
Reptiles	*Sphaerodactylus millepunctatus*	Geco enano punteado
Reptiles	*Xenodon angustirrostris*	Falsa terciopelo