



## **Informe de Responsabilidad Ambiental**

Informe de Responsabilidad N° I-2018  
Período del Informe: Marzo 2018 – Julio del 2018

### **Proyecto Geotérmico Borinquen**

Ubicación: Provincia: Guanacaste, Cantón: Liberia, Distrito: Cañas Dulces  
N° de Expediente: D1-8715-2012-SETENA

### **Responsable Ambiental**

Ing. Elmer González Luna

Inscrito en SETENA bajo el Registro 021-2011 con vencimiento al  
16 de junio del 2018  
Teléfono: 2000-4109. Fax: 2673-3366

---

Responsable Ambiental

---

Ing. Luis Fernando Barrantes Prado  
Apoderado General Sin Límite de Suma\*

\*Por poder otorgado según documento adjunto.

Agosto 2018

## Índice general

|  |    |
|--|----|
| INFORMACIÓN GENERAL.....   | 1  |
| LISTA DE CONTROL AMBIENTAL.....  | 9  |
| OBSERVACIONES DEL CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS<br>AMBIENTALES .....                             | 14 |
| COMPONENTE FÍSICO .....  | 15 |
| Medida MFPGB 01. Funcionamiento y mantenimiento de vehículos y maquinaria.<br>.....                | 15 |
| Medida MFPGB 02. Emisión y medición de gases no condensables. ....                                 | 18 |
| Medida MFPGB 03. Monitoreo del pH de las lluvias. ....   | 21 |
| Medida MFPGB 04. Sistema de monitoreo de gases no condensables. ....                               | 23 |
| Medida MFPGB 05. Reducción de la cantidad de polvo. ....   | 25 |
| Medida MFPGB 06. Monitoreo permanente de gases no condensables. ....                               | 29 |
| Medida MFPGB 07. Restricción de velocidad y ruido. ....  | 29 |
| Medida MFPGB 08. Monitoreo y control del ruido etapa operación, zonas<br>pobladas. ....            | 31 |
| Medida MFPGB 09. Monitoreo y control del ruido etapa construcción, en el área<br>de proyecto. .... | 32 |
| Medida MFPGB 10. Monitoreo y control de ruido etapa construcción, en zonas<br>pobladas. ....       | 34 |
| Medida MFPGB 11. Monitoreo y control de ruido etapa operación, en el área de<br>proyecto. ....     | 35 |
| Medida MFPGB 12. Manejo y conservación del suelo.....  | 36 |
| Medida MFPGB 13. Manejo y control de derrames de hidrocarburos.....                                | 36 |
| Medida MFPGB 14. Manejo y control de fluidos geotérmicos.....                                      | 42 |
| Medida MFPGB 15. Manejo y control de aguas servidas y aceites. ....                                | 42 |
| Medida MFPGB 16. Manejo y control de residuos sólidos.....   | 43 |
| Medida MFPGB 17. Manejo de hidrocarburos, sustancias peligrosas y aguas<br>residuales.....         | 47 |
| Medida MFPGB 18. Monitoreo de corrosión atmosférica.....   | 47 |
| Medida MFPGB 19. Uso de materiales o pinturas anticorrosivas. ....                                 | 53 |

|  |     |
|--|-----|
| Medida MFPGB 20. Red sismológica de monitoreo.....   | 53  |
| Medida MFPGB 21. Plan de restauración y estabilización del relieve. ....   | 59  |
| Medida MFPGB 22. Control de procesos erosivos. ....  | 59  |
| Medida MFPGB 23. Manejo y conservación de suelos.....  | 60  |
| Medida MFPGB 24. Monitoreo y control de la contaminación del suelo por vertidos<br>de sustancias peligrosas.....     | 60  |
| Medida MFPGB 25. Operación de plantas de concreto.....   | 60  |
| COMPONENTE BIÓTICO.....  | 61  |
| Medida MBPGB 01. Manejo de cobertura boscosa. ....   | 61  |
| Medida MBPGB 02. Plan de restauración de coberturas vegetales. ....  | 66  |
| Medida MBPGB 03. Plan de restauración de coberturas vegetales y seguimiento.<br>.....                                | 68  |
| Medida MBPGB 04. Sistemas de sedimentación y Monitoreo de la calidad del<br>agua.....                                | 68  |
| Medida MBPGB 05. Monitoreo y control de la contaminación con hidrocarburos y<br>sustancias químicas peligrosas. .... | 85  |
| Medida MBPGB 06. Restauración de cobertura vegetal.....  | 86  |
| Medida MBPGB 07. Monitoreo y control de atropello y estrés de mamíferos. ...   | 98  |
| Medida MBPGB 08. Plan de manejo de residuos sólidos ordinarios y monitoreo<br>de fauna.....                          | 98  |
| Medida MBPGB 09. Monitoreo de fauna silvestre.....   | 103 |
| Medida MBPGB 10. Control de contaminación lumínica y monitoreo biológico.<br>.....                                   | 105 |
| Medida MBPGB 11. Monitoreo y manejo de herpetofauna y ornitofauna. ....  | 108 |
| Medida MBPGB 12. Pasos aéreos y terrestres.....  | 115 |
| COMPONENTE SOCIAL .....  | 115 |
| Medida MSPGB 01. Paisaje.....  | 115 |
| Medida MSPGB 02. Obras comunales. ....   | 117 |
| Medida MSPGB 03. Plan de relación con comunidades.....   | 118 |
| Medida MSPGB 04. Visitas comunales a campos geotérmicos y obra comunal.<br>.....                                     | 119 |
| Medida MSPGB 05. Educación vial y obras comunales. ....  | 119 |

|   |     |
|---|-----|
| Medida MSPGB 06. Ahorro energético, manejo de residuos (campamento) y reuniones comité de enlace. ....    | 122 |
| Medida MSPGB 07. Mejoras de la infraestructura comunal.....   | 124 |
| Medida MSPGB 08. Obras comunales infraestructura vial. ....   | 124 |
| Medida MSPGB 09. Fortalecimiento del comercio y desarrollo local. ....                                    | 125 |
| Medida MSPGB 10. Plan de educación ambiental e infraestructura comunal. ....                              | 126 |
| Medida MSPGB 11. Electricidad y telecomunicaciones en la comunidad de Las Lilas.....                      | 128 |
| Medida MSPGB 12. Capacitación y contratación de personal en comunidades. ....                             | 128 |
| Medida MSPGB 13. Actividad turística y ruta de la geotermia.....  | 128 |
| Medida MSPGB 14. Monitoreo y control del movimiento de maquinaria y efectos comunales.....                | 129 |
| Medida MSPGB 15. Educación vial, obras comunales, ruta alterna y transporte de sustancias peligrosas..... | 130 |
| Medida MSPGB 16. Traslado de equipo de perforación. ....  | 131 |
| Medida MSPGB 17. Comportamiento de trabajadores en comunidades. ....                                      | 131 |
| Medida MSPGB 18. Patrimonio arqueológico.....   | 132 |
| Medida MSPGB 19. Mercado agropecuario, control y manejo de la erosión. ...                                | 139 |
| Medida MSPGB 20. Pasos de ganado y estabilización de taludes. ....  | 139 |
| Medida MSPGB 21. Plan de acción para movimiento de maquinaria (hoteles). ....                             | 140 |
| Medida MSPGB 22. Protocolo de manejo de sustancias peligrosas y plan de acción de traslado.....           | 141 |
| Medida MSPGB 23. Protocolo para aislamiento del ganado. ....  | 141 |
| Medida MSPGB 24. Monitoreo del pH de lluvia, H <sub>2</sub> S, tejido de pastos y frutales. ....          | 141 |
| Medida MSPGB 25. Plusvalía de las tierras. ....   | 141 |
| Medida MSPGB 26. Consumo de agua de la planta geotérmica.....   | 141 |
| LÍNEA DE TRANSMISIÓN.....   | 142 |
| Medida MTPGB 01. Paisaje, uso de postes LT. ....  | 142 |
| Medida MTPGB 02. Control de polvo y sedimentos LT. ....   | 142 |



|  |     |
|--|-----|
| Medida MTPGB 03. Control y manejo de derrames de aceite aislante de transformadores LT.....  | 142 |
| Medida MTPGB 04. Manejo de desechos sólidos y líquidos LT. ....  | 142 |
| Medida MTPGB 05. Paisaje, subestación eléctrica tipo compacto y encapsulada LT.....  | 142 |
| Medida MTPGB 06. Educación comunal sobre campos electromagnéticos LT. ....   | 142 |
| Medida MTPGB 07. Plan de clasificación y manejo de residuos producto del proceso constructivo y manejo de aguas residuales LT..... | 143 |
| Medida MTPGB 08. Sistema GIS o encapsulado, optimización de uso y sistema de iluminación de la subestación LT. ....                | 143 |
| LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN .....  | 147 |
| Medida MLDPGB 01. Plan de relación con propietarios LD.....  | 147 |
| Medida MLDPGB 02. Plan de relación con instituciones LD.....   | 147 |
| Medida MLDPGB 03. Plan de selección de ruta para LD. ....  | 148 |
| Medida MLDPGB 04. Plan de manejo de residuos.....  | 148 |
| Medida MLDPGB 05. Identificación de sitios y dispositivos para reducir la electrocución de fauna .....                             | 148 |
| Medida MLDPGB 06. Plan de comunicación y relación con las comunidades.   | 148 |
| ESTADO DE AVANCE CONSTRUCTIVO .....  | 148 |
| Caminos externos. ....   | 148 |
| Obras Comunales. ....  | 149 |
| Puente sobre el río Tizate. ....   | 150 |
| Otras actividades:.....  | 151 |
| Gestión de Salud Ocupacional.....  | 151 |
| TAREAS Y METAS PENDIENTES .....  | 151 |
| CONCLUSIONES.....  | 152 |
| RECOMENDACIONES .....  | 152 |
| REGISTRO FOTOGRÁFICO COMENTADO .....   | 153 |
| FOTOCOPIAS DE LA BITÁCORA AMBIENTAL .....  | 162 |
| ANEXOS .....   | 182 |

## Índice de cuadros

|  |     |
|--|-----|
| Cuadro 1. Perfil Constructivo del Proyecto Geotérmico Borinquen. ....  | 5   |
| Cuadro 2. Pozos perforados en el PG Borinquen durante la etapa de exploración. 8   |     |
| Cuadro 3. Lista de control ambiental del Proyecto Geotérmico Borinquen. ....   | 9   |
| Cuadro 4. Datos del monitoreo de gases en AID y AP.....  | 18  |
| Cuadro 5. Datos de línea previa al desarrollo del yacimiento geotérmico del PG Borinquen.....  | 20  |
| Cuadro 6. Valores de referencia sobre concentraciones de gases .....   | 21  |
| Cuadro 7. Registros de monitoreo de ruido en áreas pobladas cercanas al AP ...   | 31  |
| Cuadro 8. Registros de monitoreo de ruido en el AP .....   | 32  |
| Cuadro 9: Informe mensual de niveles de ruido y estrés térmico.....  | 34  |
| Cuadro 10. Categoría de la atmósfera según nivel de corrosión.....   | 49  |
| Cuadro 11. Clasificación de contaminación por sulfuro y cloruro .....  | 50  |
| Cuadro 12. Tasa de deposición dióxido de azufre (SO <sub>4</sub> ).....  | 51  |
| Cuadro 13. Tasa de deposición Cloruro (Cl <sup>-</sup> ). ....   | 51  |
| Cuadro 14. Clasificación de acuerdo a tasa de deposición.....  | 51  |
| Cuadro 15. Distribución de la sismicidad en los alrededores de Borinquen y Pailas I y II. ....   | 55  |
| Cuadro 16. Sitios para el monitoreo de calidad de agua en el Proyecto Geotérmico Borinquen.....  | 71  |
| Cuadro 17. Resultados de los parámetros directos para calidad de cuerpos de agua. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018.....                            | 74  |
| Cuadro 18. Índice Holandés de cuerpos de agua, PG Borinquen, mayo 2018. ....   | 75  |
| Cuadro 19. Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados acuáticos recolectados en el Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018.....              | 76  |
| Cuadro 20. Valores obtenidos de Índice BMWP-CR. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018. ....   | 81  |
| Cuadro 21. Comparación del Índice Físico-químico Holandés, Índice Biológico BMWP-CR e ICA. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018. ....                  | 82  |
| Cuadro 22. Valores obtenidos de análisis físico-químico para calidad de cuerpos de agua. Línea base Puente Tizate Proyecto Geotérmico Borinquen.....       | 85  |
| Cuadro 23. Especies de mamíferos, número de individuos y abundancia relativa, registrados durante muestreos de campo, sector Casa de máquinas AID-PGB. 104 |     |
| Cuadro 24. Especies de mamíferos, número de individuos y abundancia relativa, registrados durante muestreos de campo en AID-PGB. ....                      | 105 |
| Cuadro 25. Registro de Paisaje PG Borinquen, marzo 2018. ....  | 116 |
| Cuadro 26. Obras comunales, MSPGB 02.....  | 117 |
| Cuadro 27. Registro de reuniones con actores sociales, julio, 2018. ....   | 118 |
| Cuadro 28. Avance Obras Comunales MSPGB 04-Cañas Dulces, julio 2018. ...   | 119 |
| Cuadro 29. Avance Obras Comunales MSPGB 05, julio 2018.....  | 119 |

|   |     |
|---|-----|
| Cuadro 30. Mejora de infraestructura vial, julio 2018. ....   | 124 |
| Cuadro 31. Avance Obras Comunes MSPGB 08, julio ,2018.....  | 125 |
| Cuadro 32. Charlas Educación Ambiental, julio, 2018 .....   | 126 |
| Cuadro 33. Avance Obras Comunes MSPGB 10, julio 2018.....   | 127 |
| Cuadro 34. Registro de reuniones hoteles, julio 2018.....   | 128 |
| Cuadro 35. Avance Obras Comunes MSPGB 15-Buena Vista, julio 2018. ....  | 131 |
| Cuadro 36. Registro de fuentes de ruido reportadas en monitoreo del efecto del ruido en fauna. Proyecto Geotérmico Borinquen, abril, mayo, junio y julio 2018. .... | 147 |

## **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, aprobado a partir de Resolución N° 2285-2016-SETENA..... | 3  |
| Figura 2. Esquema de distribución de la central geotérmica. EsIA del Proyecto Geotérmico Borinquen (Tomo I, pág. 36). ....  | 4  |
| Figura 3. Esquema de un campo geotérmico bajo explotación. EsIA del Proyecto Geotérmico Borinquen (Tomo I, pág. 37). ....   | 5  |
| Figura 4. Proyección de etapas de desarrollo del PG Borinquen. Julio del 2018. ...  | 8  |
| Figura 5. Comprobantes de circulación de vehículos utilizados en perforadoras. .  | 15 |
| Figura 6: Vehículos y equipos en mantenimiento.....   | 16 |
| Figura 7. Panorámica de los equipos de perforación .....  | 17 |
| Figura 8. Vehículo con RTV y Marchamo al día. ....  | 17 |
| Figura 9. Monitoreo de gases en AID y AP. ....  | 20 |
| Figura 10. Personal de gestión ambiental realizando monitoreo.....  | 20 |
| Figura 11. Muestreo de aguas de lluvia. ....  | 22 |
| Figura 12. Registro histórico del análisis de pH de lluvia. ....  | 23 |
| Figura 13. Detectores de gases utilizados en pruebas de producción y labores de perforación de pozos profundos .....  | 24 |
| Figura 14. Equipos de respiración asistida y rescate .....  | 24 |
| Figura 15. Comunicado oficial personal de Proyecto: Rutas de acceso oficial, julio, 2018. ....  | 25 |
| Figura 16. Puente tipo Bailey, Tizate, julio, 2018. ....  | 26 |
| Figura 17. Tramos críticos en centros de población por tránsito vehicular (generación de polvo): ruta de acceso PG Borinquen.....   | 27 |
| Figura 18. Señalización de ruta oficial para el PG Borinquen. ....  | 28 |
| Figura 19. Riego de camino y obras para la reducción del polvo. ....  | 28 |
| Figura 20. Vagoneta con cobertor durante el acarreo de materiales.....  | 29 |
| Figura 21. Correos informativos sobre restricciones de velocidad .....  | 30 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 22. Rotulación con límites de velocidad en AF y AP. ....   | 30 |
| Figura 23. Registros de ruido en zonas pobladas cercanas al AP .....  | 32 |
| Figura 24. Registros de ruido en el AP.....   | 33 |
| Figura 25. Sedimentador construido para manejo de aguas de la PLB-05. ....  | 36 |
| Figura 26: Manejo de residuos peligroso en perforadora National 110-E. ....   | 38 |
| Figura 27: Inventario en Centro de Acopio de Residuos en kg. ....   | 39 |
| Figura 28. Portación de Kit de Atención de Derrames de la Maquinaria de Proyecto.<br>.....  | 40 |
| Figura 29. Área para almacenamiento de sustancias peligrosas. ....  | 40 |
| Figura 30. Atención de derrame en el camino acceso al PG Borinquen. ....  | 41 |
| Figura 31. Losa para el mantenimiento de maquinaria. ....   | 41 |
| Figura 32. Lagunas impermeabilizadas en PLB-9.....  | 42 |
| Figura 33. Laguna para vertido de aguas con sedimentos de la Planta de Concreto.<br>.....   | 43 |
| Figura 34. Manejo de residuos en Centro de Acopio del CSRG. ....  | 44 |
| Figura 35. Puntos de acopio temporal de residuos en plazoleta PLP-09. ....  | 45 |
| Figura 36. Disminución en la generación de residuos.....  | 46 |
| Figura 37. Descarte de residuos del PG Las Pailas Unidad II donde se incluyen<br>residuos del PG Borinquen.....   | 46 |
| Figura 38. Muestreo de aguas residuales en el Campamento Curubandé en conjunto<br>con miembros de la comunidad.....   | 47 |
| Figura 39. Proyecto de corrosión en PLB-5. ....   | 48 |
| Figura 40. Histórico de deposición de cloruros y sulfatos, PGB-2.....   | 52 |
| Figura 41. Clasificación de acuerdo a tasa de deposición. ....  | 52 |
| Figura 42. Sismicidad anual para el periodo 2002 al 15 de julio del 2018.....   | 54 |
| Figura 43. Cantidad de microsismos someros (profundidad menor a los 15 km)<br>localizados durante desde el 15 marzo al 15 de julio del 2018 en los alrededores de<br>Borinquen-Pailas. ....   | 56 |
| Figura 44. Distribución de la sismicidad para el periodo 15 de marzo al 15 de julio<br>del 2018. ....   | 56 |
| Figura 45. Rangos de profundidad de la sismicidad de la base de datos del catálogo<br>del OSIVAM (Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Arenal y Miravalles) para<br>el periodo 2008 al 15 de julio del 2018.....   | 57 |
| Figura 46. Número de señales sísmicas asociadas a procesos volcánicos en el<br>periodo 2018 (hasta el 4 de julio). VT: volcanotectónico. LP: baja frecuencia. TOR:<br>señal de baja frecuencia tipo tornillo. ERU: señal asociada a erupción freática o<br>freatomagmática..... | 58 |
| Figura 47. Cantidad de señales sísmicas asociadas a erupciones (hasta el 15 de<br>julio del 2018). ....   | 58 |
| Figura 48. Vista panorámica de la planta de concreto ubicada en la plazoleta PLB-<br>03 del PG Borinquen. ....  | 60 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 49. Lagunas para el manejo de agua residuales de la planta de concreto.  | 61 |
| Figura 50. Sitios de obra del Proyecto Geotérmico Borinquen con modificación al diseño de obras.  | 62 |
| Figura 51. Capacitación sobre tala dirigida y trabajo seguro en labores de aprovechamiento forestal. Impartida por el MED, marzo del 2015.                  | 63 |
| Figura 52. Capacitación sobre corta dirigida y mecánica de motosierras. Impartida por el ITCR, abril del 2015.  | 63 |
| Figura 53. Certificado de participación en curso sobre corta dirigida y mecánica de motosierras. Impartida por el ITCR, abril del 2015.                     | 64 |
| Figura 54. Certificado de participación en curso sobre corta dirigida y mecánica de motosierras. Impartida por el ICE, marzo del 2015.                      | 64 |
| Figura 55. Extracto de base de datos composición florística en el Área de Proyecto del PG Borinquen. Julio del 2018.  | 65 |
| Figura 56. Cantidad de especies florísticas según tipo de hábito registradas en el Área de Proyecto (AP) del Proyecto Geotérmico Borinquen. Julio del 2018. | 65 |
| Figura 57. Propuesta de adquisición de propiedades para el PG Borinquen. Julio 2018.  | 67 |
| Figura 58. Puntos de muestreo de aguas superficiales en AP y All del PG Borinquen.  | 69 |
| Figura 59. Graficas de valore de turbidez (línea morada) obtenidos durante muestreos de campo en AP y All, PG Borinquen.                                    | 70 |
| Figura 60. Sitios para el monitoreo de calidad de agua, Qb. Los Patos y Río Tizate abajo. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018.                         | 71 |
| Figura 61. Mediciones directas de parámetros físico químicos para calidad de cuerpos de agua. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018.                     | 72 |
| Figura 62. Monitoreo de peces con técnica de electropesca. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018.  | 73 |
| Figura 63. Sitio de monitoreo de calidad de agua: La Tencha. Mayo 2018. Proyecto Geotérmico Borinquen.  | 74 |
| Figura 64. Larva de <i>Leptonema</i> género más común en monitoreo de mayo del 2018. Proyecto Geotérmico Borinquen.   | 80 |
| Figura 65. Ninfa de <i>Leptohyphes</i> , segundo género común en monitoreo de mayo 2018. Proyecto Geotérmico Borinquen.                                     | 81 |
| Figura 66. Cantidad de individuos por especies de peces identificadas en monitoreo de mayo 2018. Proyecto Geotérmico Borinquen.                             | 83 |
| Figura 67. Registro de la olomina ( <i>P. annectens</i> ) recolectada en Gata abajo, Proyecto Geotérmico Borinquen.   | 83 |
| Figura 68. Recolecta de muestras de agua en Tizate abajo para el monitoreo de Línea Base construcción del puente Tizate, marzo 2018.                        | 84 |
| Figura 69. Transectos para el monitoreo de fauna silvestre. Proyecto Geotérmico Borinquen.  | 87 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 70. Recorridos nocturnos para la búsqueda de mamíferos. Proyecto Geotérmico Borinquen, junio 2018. ....   | 88  |
| Figura 71. Registro de mono araña ( <i>A. geoffroyi</i> ) y monos carablanca ( <i>C. imitator</i> ) durante monitoreo diurno. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo y julio 2018. .... | 89  |
| Figura 72. Primer registro de Zorricí ( <i>M. mexicana</i> ). Proyecto Geotérmico Borinquen, julio 2018. ....  | 90  |
| Figura 73. Registro de la cantidad de mamíferos durante el 2018. Proyecto Geotérmico Borinquen. ....   | 91  |
| Figura 74. Colocación de cámaras trampa para el monitoreo de mamíferos. Proyecto Geotérmico Borinquen, junio 2018. ....  | 92  |
| Figura 75. Primer registro de mono carablanca y danta en monitoreo con cámaras trampa. Proyecto Geotérmico Borinquen, 2018. ....   | 93  |
| Figura 76. Registro de Manigordo ( <i>L. pardalis</i> ) mediante monitoreo con cámaras trampa. Proyecto Geotérmico Borinquen, junio 2018. ....                                       | 93  |
| Figura 77. Instalación de redes de niebla. Proyecto Geotérmico Borinquen, julio 2018. ....   | 95  |
| Figura 78. Cantidad de individuos de murciélagos por familia. Proyecto Geotérmico Borinquen. ....  | 95  |
| Figura 79. Captura de murciélago jamaicano ( <i>A. jamaicensis</i> ). Proyecto Geotérmico Borinquen, julio 2018. ....  | 96  |
| Figura 80. Colocación de trampas Sherman para el monitoreo de ratones. Proyecto Geotérmico Borinquen, julio 2018. ....   | 97  |
| Figura 81. Toma de datos para la identificación de ratones. Proyecto Geotérmico Borinquen, julio 2018. ....  | 98  |
| Figura 82. Rótulos de no alimentar fauna silvestre. Proyecto Geotérmico Borinquen. ....  | 99  |
| Figura 83. Personal atendiendo rescate de fauna durante evaluaciones arqueológicas en Vaporductos. Junio, 2018. ....   | 102 |
| Figura 84. Rescate de serpiente terciopelo ( <i>B. asper</i> ) en PL-9. Julio, 2018. ....  | 102 |
| Figura 85. Proporción de especies de mamíferos registrados en sector casa de máquinas, AID-PGB. ....   | 103 |
| Figura 86. Proporción general de especies registradas en AID-PGB, 2017. ....   | 105 |
| Figura 87. Monitoreo diurno de fauna silvestre. Proyecto Geotérmico Borinquen, julio 2018. ....  | 109 |
| Figura 88. Cantidad de individuos de anfibios y reptiles registrados durante monitoreos nocturnos y diurnos. Proyecto Geotérmico Borinquen. ....                                     | 110 |
| Figura 89. Registro de la cantidad de anfibios y reptiles durante el 2017 y 2018. Proyecto Geotérmico Borinquen. ....  | 111 |
| Figura 90. Identificación de serpiente <i>A. costaricensis</i> durante monitoreo nocturno. Proyecto Geotérmico Borinquen, abril 2018. ....   | 111 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 91. Sapo amarillo ( <i>I. luetkenii</i> ) identificado en monitoreo nocturno. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018.....          | 112 |
| Figura 92. Monitoreo de aves. Proyecto Geotérmico Borinquen, Julio 2018.....  | 113 |
| Figura 93. Registro del loro frentiblanco ( <i>A. albifrons</i> ), durante monitoreo de aves. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018..... | 114 |
| Figura 94. Registro de la cantidad de aves. Proyecto Geotérmico Borinquen. ...  | 115 |
| Figura 95. Riego de zonas verdes del campamento de Curubandé mediante el uso de agua residual de tipo ordinaria. ....                       | 123 |
| Figura 96. Mantenimiento de tuberías y sistemas eléctricos del campamento Curubandé.....  | 123 |
| Figura 97. Mantenimiento de vías en área de influencia, julio 2018.....   | 124 |
| Figura 98. Charla: Gestión Comunal y Participación Ciudadana desde la Constitución Política, julio 2018.....                                | 126 |
| Figura 99. Charla Gestión Residuos Sólidos, Escuela Buena Vista, julio, 2018 .  | 127 |
| Figura 100. Señalización rutas de acceso oficial, julio 2018. ....  | 129 |
| Figura 101. Rotulación vehículos alquilados, julio 2018.....  | 130 |
| Figura 102. Portada de la propuesta de Investigación. ....  | 132 |
| Figura 103. Resolución 171-2018. ....   | 133 |
| Figura 104. Excavación de pozos de sondeo sobre trazado del Vapoducto. ....   | 135 |
| Figura 105. Excavación de cala estratigráfica 2 sitio Pacayal. ....   | 136 |
| Figura 106. Curva de avance. ....   | 137 |
| Figura 107. Personal ICE- Centro de Servicios de Recursos Geotérmicos. ....   | 138 |
| Figura 108. Charla en la Comunidad de El Cedro.....   | 138 |
| Figura 109. Lista de asistencia en charla arqueológica en el CTP Fortuna de Bagaces. ....   | 139 |
| Figura 110. Cerca perimetral eléctrica. ....  | 140 |
| Figura 111. Colocación de bebederos para el ganado.....   | 140 |
| Figura 112. Mediciones de ruido. Proyecto Geotérmico Borinquen, junio 2018. .   | 144 |
| Figura 113. Medición de los niveles de ruido en puntos de conteo durante monitoreo de aves, Proyecto Geotérmico Borinquen, abril 2018. .... | 145 |
| Figura 114. Medición de los niveles de ruido en puntos de conteo durante monitoreo de aves, Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018. ....  | 145 |
| Figura 115. Medición de los niveles de ruido en puntos de conteo durante monitoreo de aves, Proyecto Geotérmico Borinquen, junio 2018. .... | 146 |
| Figura 116. Medición de los niveles de ruido en puntos de conteo durante monitoreo de aves, Proyecto Geotérmico Borinquen, julio 2018.....  | 146 |
| Figura 117. Mejoramiento de caminos. ....   | 149 |
| Figura 118. Acceso escuela de Curubandé. ....   | 149 |
| Figura 119. Acceso iglesia de Curubandé.....  | 150 |
| Figura 120. Aceras de Cañas Dulces.....   | 150 |
| Figura 121. Construcción de puente Bailey sobre río Tizate.....   | 151 |

## **Índice de anexos**

|  |     |
|--|-----|
| Anexo 1. Comprobante de garantía ambiental. ....   | 182 |
| Anexo 2. Plan de Gestión Ambiental del Proyecto Geotérmico Borinquen. A partir de Informe técnico ambiental de modificación de obras del PG Borinquen, aprobado a partir de Resolución N° 2285-2016-SETENA. .... | 183 |
| Anexo 3. Reporte de mantenimiento de vehículos. ....   | 244 |
| Anexo 4. Sistema de mantenimiento preventivo de Vehículos. ....  | 245 |
| Anexo 5. Reporte de mantenimiento preventivo de maquinaria. ....   | 245 |
| Anexo 6. Permiso Sanitario de Funcionamiento del Centro de Acopio. ....  | 246 |
| Anexo 7. Manifiesto de transporte de residuos sólidos peligrosos. ....   | 247 |
| Anexo 8. Gestores de residuos autorizados. ....  | 248 |
| Anexo 9. Resultados de análisis de presencia de hidrocarburos, SAAM, grasa y aceites, realizados por laboratorios LAMBDA en cuerpos de agua superficiales, AID – PG Borinquen. ....                              | 250 |
| Anexo 10. Ejemplo de listas asistencia en reuniones comunales del PG Borinquen. ....   | 256 |



## **INFORMACIÓN GENERAL**

### **1. Ubicación del proyecto**

- a. Provincia: Guanacaste
- b. Cantón: Liberia
- c. Distrito: Cañas Dulces
- d. Coordenadas GPS (CRTM05):

Hoja IGN Curubandé – Cacao, coordenadas planas CRTM05, en donde el AP se ubica en el cuadrante, 1198763,567 N y 341266,845 E, 1198764,993 N y 348752,179 E, 1194251,751 N y 345688,775 E, 1194249,674 N y 341258,301 E  
Número de plano catastrado: G-281071-77 y G-763941-02 (Expediente Administrativo D1 -8715-2012 SETENA - EsIA Proyecto Geotérmico Borinquen).

- e. Número de finca: 54803-000 y 126025-000.

### **2. Dirección exacta de la actividad, obra o proyecto**

El Proyecto Geotérmico Borinquen se ubica en el distrito 2 ° Cañas Dulces del cantón 1º Liberia de la provincia de Guanacaste (EsIA, PG Borinquen). 11 kilómetros al noreste de la comunidad de Buena Vista.

### **3. Empresa Desarrolladora**

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

- a. Representante legal: Ing. Luis Fernando Barrantes Prado
- b. Número de teléfono: 2000 6937
- c. Número de fax: 2003 0146
- d. Correo electrónico: [LBarrantesP@ice.go.cr](mailto:LBarrantesP@ice.go.cr)

### **4. Responsable Ambiental**

Ing. Elmer González Luna.

### **5. Número y fecha de Resolución de Viabilidad Ambiental.**

Resolución N° 1686-2014-SETENA, 26 de agosto del 2014.

## **6. Periodicidad de presentación del Informe de Regencia Ambiental**

Cada cuatro meses durante la fase constructiva y cada 6 meses en la etapa operativa.

## **7. Fecha de inicio de actividades**

21 de marzo del 2016.

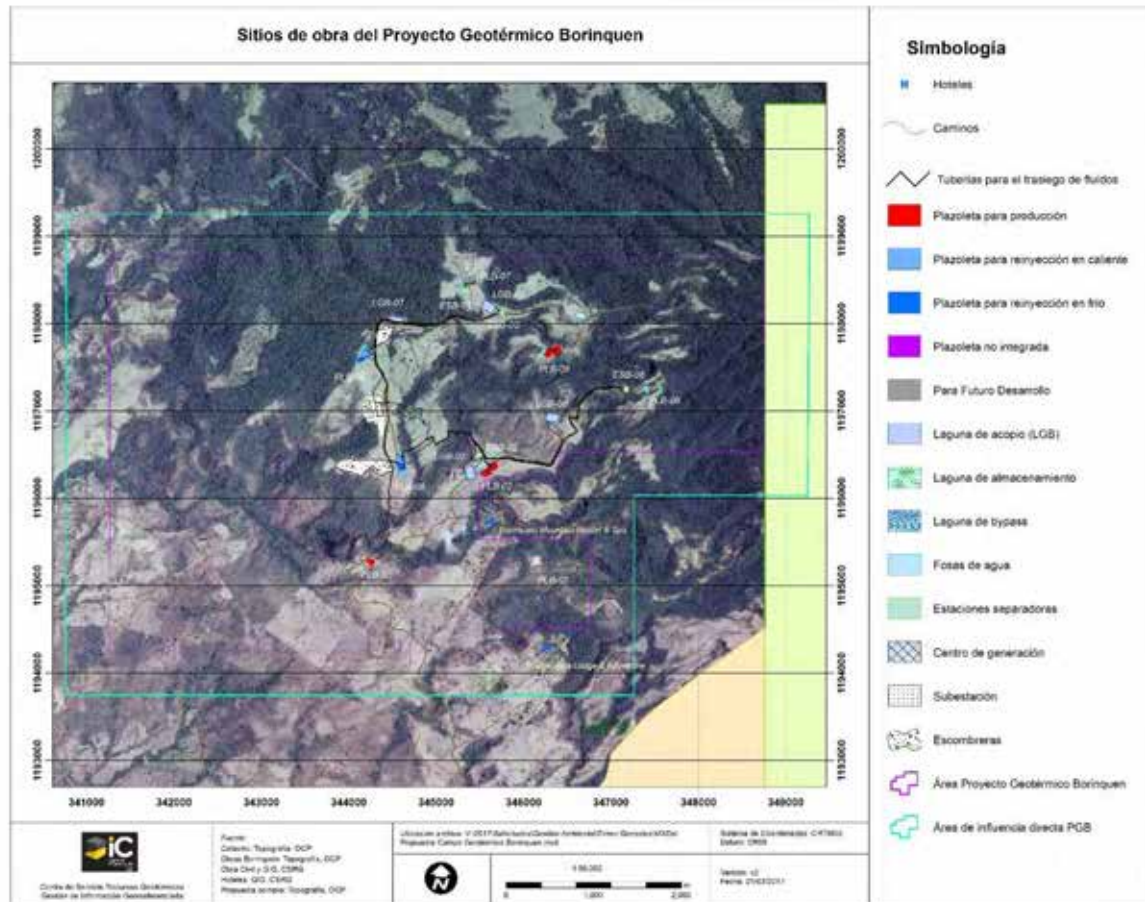
## **8. Descripción de la actividad, obra o proyecto**

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.

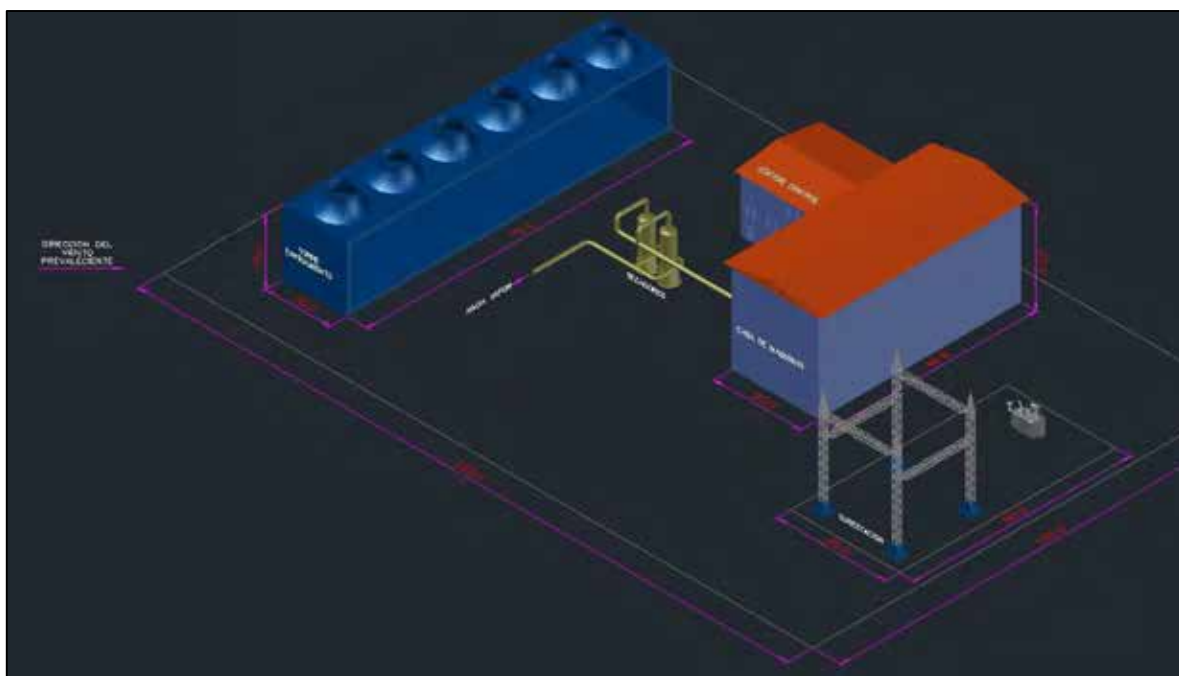
En la Figura 1 se presenta el plano base de la distribución del desarrollo del futuro campo geotérmico Borinquen, el cual coincide al diseño presentado en el informe técnico ambiental de modificación de obras del PG Borinquen, aprobado a partir de Resolución N° 2285-2016-SETENA.

El esquema propuesto considera una unidad con capacidad de 50 MW. Se considerará como un hecho la conexión futura de una segunda planta “Borinquen II” con una capacidad también de 50 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.

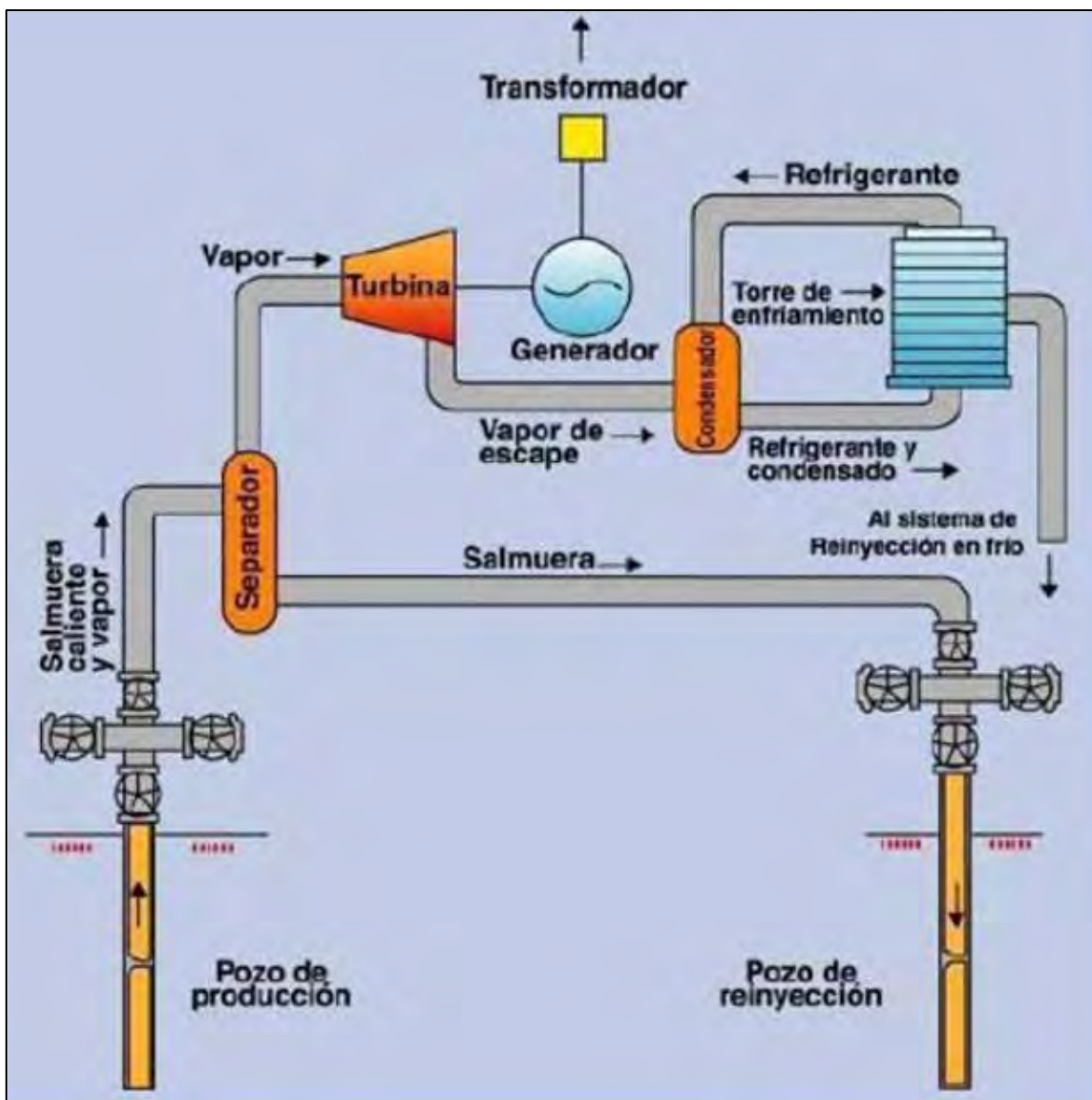
A partir de la modificación al diseño y ubicación de los sitios de obra del proyecto, aprobado a partir de Resolución N° 2285-2016-SETENA, se contempla la construcción de siete plazoletas o plataformas de perforación profunda (explotación – reinyección) multi-pozo de modalidad convencional y direccional (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, aprobado a partir de Resolución N° 2285-2016-SETENA.



**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.

| Etapa       | Obra         | Área (ha) | Cobertura/uso           | Área (ha) |
|-------------|--------------|-----------|-------------------------|-----------|
| Borinquen I | Escombrera 1 | 8,61      | Pasto                   | 8,61      |
| Borinquen I | Escombrera 2 | 3,16      | Pasto                   | 3,16      |
| Borinquen I | PLB-02       | 2,68      | Sitio de obra existente | 1,39      |
|             |              |           | Pasto                   | 1,28      |
| Borinquen I | PLB-03       | 0,97      | Sitio de obra existente | 0,97      |
| Borinquen I | PLB-05       | 2,06      | Bosque                  | 0,20      |

| Etap            | Obra                           | Área (ha) | Cobertura/uso           | Área (ha) |
|-----------------|--------------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
|                 |                                |           | Sitio de obra existente | 0,99      |
|                 |                                |           | Pasto                   | 0,87      |
| 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                         | 2,87      | Pasto                   | 2,87      |
| Borinquen I     | PLB-09                         | 1,99      | Sitio de obra existente | 1,07      |
|                 |                                |           | Pasto                   | 0,96      |
| Borinquen I     | Casa de máquinas y subestación | 7,827     | Bosque                  | 0,81      |
|                 |                                |           | Pasto                   | 7,01      |
| Borinquen I     | LGB-01                         | 2,08      | Bosque                  | 0,46      |
|                 |                                |           | Pasto                   | 1,62      |
| Borinquen II    | LGB-02                         | 1,40      | Pasto                   | 1,40      |
| Borinquen I     | LGB-03                         | 1,87      | Pasto                   | 1,87      |
| Borinquen II    | LGB-04                         | 1,29      | Pasto                   | 1,29      |
| Borinquen I     | Laguna almacenamiento          | 1,03      | Pasto                   | 1,03      |
| Borinquen I     | ESB-01                         | 0,43      | Pasto                   | 0,43      |
| Borinquen II    | ESB-02                         | 0,36      | Bosque                  | 0,24      |
|                 |                                |           | Pasto                   | 0,12      |
| Borinquen I     | ESB-03                         | 0,46      | Pasto                   | 0,46      |
| Borinquen II    | ESB-04                         | 0,36      | Pasto                   | 0,36      |
| Borinquen I     | Tubería                        | 9,98      | Bosque                  | 4,15      |
|                 |                                |           | Pasto                   | 5,83      |
| Borinquen II    |                                | 4,20      | Bosque                  | 0,86      |
|                 |                                |           | Pasto                   | 2,97      |
| Borinquen I     | Caminos                        | 19,98     | Sitio de obra existente | 19,98     |
| Borinquen II    |                                | 4,91      | Bosque                  | 0,73      |
|                 |                                |           | Pasto                   | 4,17      |
| Área total (m2) |                                | 812281    |                         |           |
| Área total (ha) |                                | 81,23     |                         |           |
| % del AP        |                                | 2,90%     |                         |           |

**Fuente:** Informe técnico ambiental de modificación de obras del PG Borinquen, aprobado a partir de Resolución N° 2285-2016-SETENA.

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

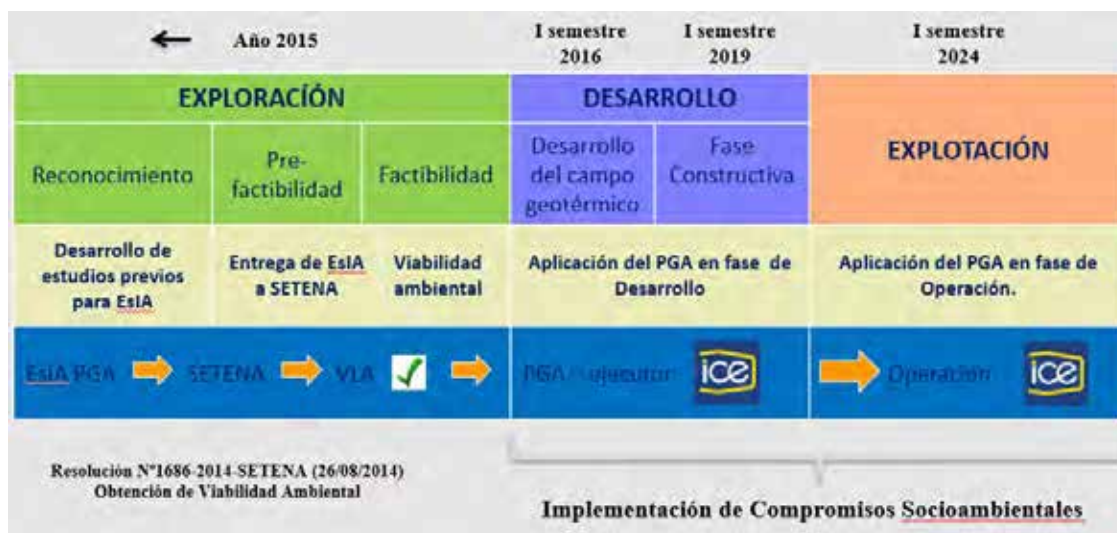
1. Plataformas para la perforación de pozos de producción y reinyección: se requieren para la ubicación de la máquina perforadora y sus equipos, así como las fosas para los lodos y el agua para el proceso de perforación.
2. Caminos de acceso: construcción y habilitación de caminos de acceso para las 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, la etapa de desarrollo (construcción) arrancó el 21 de marzo del 2016 (activación de la regencia ambiental del proyecto, inicio de la fase de desarrollo del campo geotérmico y posterior fase constructiva). Bajo la actual proyección de desarrollo del campo geotérmico y construcción del PG Borinquen, la etapa de explotación se tiene proyectada que inicie en el primer semestre del año 2024 (Figura 4).





**Figura 4.** Proyección de etapas de desarrollo del PG Borinquen. Julio del 2018.

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

**Cuadro 2.** Pozos perforados en el PG Borinquen durante la etapa de exploración.

| 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          | 08/10/2012 | 08/01/2013 | 1 736,45            | Cardwell KB-700       |
| PGB-02          | 19/06/2013 | 01/08/2013 | 2287 (550.55 m más) | 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-09          | 18/10/2016 | 27/03/2017 | 2 512,05            | National 110-E        |
| PGB-29          | 10/03/2018 | En proceso | 2 591,00            | National 110-E        |

Nota: El PGB-2 se profundizó en dos intervenciones.

**Fuente:** Gestión Ambiental y Seguridad Ocupacional, CSRG.

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 °C).

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

En octubre del año 2012, los pozos PGB-02 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-9 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.

Según se reportó en los IRA anteriores, para el 2018, se retomó la perforación en Borinquen mediante el equipo de perforación N°2 del ICE, National 110-E, la cual se encuentra perforando el pozo PGB-29, para el cual se reporta una profundidad alcanzada de 2591 m.

## LISTA DE CONTROL AMBIENTAL

Se presenta la lista de control ambiental utilizada para registrar el cumplimiento de los compromisos ambientales del Proyecto Geotérmico Borinquen durante el periodo que va del 21 de Marzo del 2018 al 21 de Julio del 2018 (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 cumpl.” 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 | %<br>cumpl. |   |
| COMPONENTE FÍSICO |   |                  |    |    |             |   |
| MFPGB 01          | Funcionamiento y mantenimiento de vehículos y maquinaria. |                  |    | x  | 100         | Se implementa mantenimiento preventivo. |
| 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 monitoreo.                |
| MFPGB 05          | Reducción de la cantidad de polvo.                        |                  |    | x  | 100         |   |
| MFPGB 06          | Monitoreo permanente de gases no condensables.            | x                |    |    |             | Aplica para etapa de operación.         |
| MFPGB 07          | Restricción de velocidad y ruido.                         |                  |    | x  | 100         | Se implementan acciones de restricción. |
| MFPGB 08          | Monitoreo y control del ruido etapa operación. Poblados.  |                  |    | x  | 100         | Se implementa monitoreo y control.      |

| MEDIDA                    | Descripción rápida   | Cumplimiento (x) |    |    |          | Observación  |
|---------------------------|--|------------------|----|----|----------|--|
|                           |  | NA               | No | Sí | % cumpl. |  |
| 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  | 100      | Se implementa acciones de manejo y conservación.   |
| MFPGB 13                  | Manejo y control de derrames de hidrocarburos.   |                  |    | x  | 100      | Se implementan acciones de manejo y control.   |
| MFPGB 14                  | Manejo y control de fluidos geotérmicos.   |                  |    | x  | 100      | Se implementan acciones de manejo y contro.  |
| MFPGB 15                  | Manejo y control de aguas servidas y aceites.  |                  |    | x  | 100      | Programa de manejo aguas residuales en elaboración.  |
| MFPGB 16                  | Manejo y control de residuos sólidos.  |                  |    | x  | 100      | Se implementa sistema de manejo y control.   |
| MFPGB 17                  | Manejo de hidrocarburos, sustancias peligrosas y aguas residuales.                       | x                |    |    |          | No aplica para este periodo de informe.  |
| MFPGB 18                  | Monitoreo de corrosión atmosférica.  |                  |    | x  | 100      | Entrega del tercer 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 aplica para este periodo de informe.  |
| MFPGB 23                  | Manejo y conservación de suelos.   | x                |    |    |          | No aplica para este periodo de informe.  |
| 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  | 100      | Se utilizan fosas impermeabilizadas para el manejo de aguas residuales. No se realiza desfogue en cuerpos de agua superficiales. |
| <b>COMPONENTE BIÓTICO</b> |  |                  |    |    |          |  |

| MEDIDA   | Descripción rápida  | Cumplimiento (x) |    |    |             | Observación  |
|----------|---|------------------|----|----|-------------|--|
|          |   | NA               | No | Sí | %<br>cumpl. |  |
| MBPGB 01 | Manejo de cobertura boscosa.  |                  |    | x  | 100         | En revisión "Plan de manejo para el rescate y translocación de flora y fauna en el Proyecto Geotérmico Borinquen".   |
| MBPGB 02 | Plan de restauración de coberturas vegetales.   |                  |    | x  | 100         | En elaboración "Plan de manejo y acondicionamiento final de escombreras en el Proyecto Geotérmico Borinquen".<br>En proceso de elaboración de "Plan de restauración ecológica de ecosistemas boscosos en el PG Borinquen".<br>En revisión "Plan de selección de plantas y árboles padre en el PG Borinquen". |
| MBPGB 03 | Plan de restauración de coberturas vegetales y seguimiento.                                 |                  |    | x  | 100         | Pendiente de definición de área de adquisición (polígono final). Insumo necesario para este plan.  |
| MBPGB 04 | Sistemas de sedimentación y Monitoreo de la calidad del agua.                               |                  |    | x  | 100         | Implementación exitosa en Escombrera 2 y otros sitios de obra.   |
| MBPGB 05 | Monitoreo y control de la contaminación con hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas. |                  |    | x  | 100         | Se implementa monitoreo y control.   |
| MBPGB 06 | Restauración de cobertura vegetal.  |                  |    | x  | 100         | No se plantaron árboles (época seca).  |
| 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.  |
| MBPGB 09 | Monitoreo de fauna silvestre.   |                  |    | x  | 100         | Se implementa monitoreo de fauna.  |
| MBPGB 10 | Control de contaminación lumínica y monitoreo biológico.                                    |                  |    | x  | 100         | Se implementa monitoreo.   |
| MBPGB 11 | Monitoreo y manejo de herpetofauna y ornitofauna.   |                  |    | x  | 100         | Se implementa monitoreo y manejo.  |

| MEDIDA                   | Descripción rápida   | Cumplimiento (x) |    |    |          | Observación   |
|--------------------------|--|------------------|----|----|----------|---|
|                          |  | NA               | No | Sí | % cumpl. |   |
| MBPGB 12                 | Pasos aéreos y terrestres.   | x                |    |    |          | No aplica para este periodo de informe.   |
| <b>COMPONENTE SOCIAL</b> |  |                  |    |    |          |   |
| MSPGB 01                 | Paisaje.   |                  |    | x  | 100      | Se implementa seguimiento.  |
| MSPGB 02                 | Obras comunales.   |                  |    | x  | 100      | En ejecución. Varias concluidas, otras en proceso.                              |
| MSPGB 03                 | Plan de relación con comunidades.  |                  |    | x  | 100      | Se implementa plan.   |
| 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 implementan charlas y obras comunales.                                       |
| MSPGB 06                 | Ahorro energético, manejo de residuos (campamento) y reuniones comité de enlace.     |                  |    | x  | 100      | En elaboración Plan de Gestión Integral de Residuos.                            |
| MSPGB 07                 | Mejoras de la infraestructura comunal.   |                  |    | x  | 100      | Se analizan solicitudes. Se han ejecutado mejoras.                              |
| MSPGB 08                 | Obras comunales infraestructura vial.  |                  |    | x  | 100      | Se ejecutaron obras comunales. Varias.  |
| MSPGB 09                 | Fortalecimiento del comercio y desarrollo local.                                     |                  |    | x  | 100      | Se realizó charla en conjunto con DINADECO.                                     |
| MSPGB 10                 | Plan de educación ambiental e infraestructura comunal.                               |                  |    | x  | 100      | Se implementaron 2 charlas de educación ambiental.                              |
| MSPGB 11                 | Electricidad y telecomunicaciones en la comunidad de Las Lilas.                      |                  |    | x  | 100      | Obras comunales reportadas en MSPGB 02.   |
| MSPGB 12                 | Capacitación y contratación de personal en comunidades.                              |                  |    | x  | 100      | Se han realizado actividades informativas de empleo.                            |
| MSPGB 13                 | Actividad turística y ruta de la geotermia.  |                  |    | x  | 100      | Ejecución de medida asociada a etapa operativa.                                 |
| 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 implementaron charlas. Se utiliza vía alterna.                               |

| MEDIDA                      | Descripción rápida  | Cumplimiento (x) |    |    |          | Observación   |
|-----------------------------|---|------------------|----|----|----------|---|
|                             |   | NA               | No | Sí | % cumpl. |   |
| MSPGB 16                    | Traslado de equipo de perforación.  | x                |    |    | 100      | No se realizó traslado de equipo de perforación.                |
| MSPGB 17                    | Comportamiento de trabajadores en comunidades.  |                  |    |    | 100      | Se implementaron charlas de inducción.                          |
| MSPGB 18                    | Patrimonio arqueológico.  |                  |    | x  | 100      | Se realiza evaluación arqueológica en Borinquen I: vaporductos. |
| MSPGB 19                    | Mercado agropecuario, control y manejo de la erosión.   | x                |    |    |          | No aplicó para este periodo de informe.                         |
| MSPGB 20                    | Pasos de ganado y estabilización de taludes.  |                  |    | x  | 100      | Se implementan acciones.  |
| MSPGB 21                    | Plan de acción para movimiento de maquinaria (hoteles).   |                  |    | x  | 100      | Vistas sobre paso Río Tizate. Uso de escoltas.                  |
| 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                |    |    |          | No aplica para este periodo de informe.                         |
| MSPGB 25                    | Plusvalía de las tierras.   | x                |    |    |          | No aplica para este periodo de informe.                         |
| MSPGB 26                    | Consumo de agua de la planta geotérmica.  | x                |    |    |          | No aplica para este periodo de informe.                         |
| <b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b> |   |                  |    |    |          |   |
| 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  |          | Se detalla en MFPGB 16.   |
| MTPGB 08                    | Sistema GIS o encapsulado, optimización de uso y sistema de iluminación de la subestación LT.                 |                  |    | x  | 100      | Se han instalado adhesivos.                                     |

| MEDIDA                | Descripción rápida  | Cumplimiento (x) |    |    |             | Observación                             |
|-----------------------|---|------------------|----|----|-------------|---|
|                       |   | NA               | No | Sí | %<br>cumpl. |   |
| LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN |   |                  |    |    |             |   |
| MLDPGB 01             | Plan de relación con propietarios LD.   | x                |    |    |             | No aplica para este periodo de informe. |
| MLDPGB 02             | Plan de relación con instituciones LD.  | x                |    |    |             | No aplica para este periodo de informe. |
| MLDPGB 03             | Plan de selección de ruta para LD.  | x                |    |    |             | No aplica para este periodo de informe. |
| MLDPGB 04             | Plan de manejo de residuos.   | x                |    |    |             | No aplica para este periodo de informe. |
| MLDPGB 05             | Identificación de sitios y dispositivos para reducir la electrocución de fauna. | x                |    |    |             | No aplica para este periodo de informe. |
| MLDPGB 06             | Plan de comunicación y relación con las comunidades.                            | x                |    |    |             | No aplica para este periodo de informe. |

**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 los mismos. La información correspondiente, según área, fue suministrada por Gestión Ambiental del Proyecto Geotérmico Las Pailas (Biólogo Farrel Ruiz Pacheco (coordinador), Bióloga Laura Artavia Murillo, el Arqueólogo Arturo Hernández Ruiz, Diploma en Gestión Ambiental Keneth Villalobos Ramírez, el Ing. Eléctrico Didier Ugalde Rodríguez, y el Ing. en Seguridad Laboral Greivin Sequeira Hernández y Gestión Ambiental y Seguridad Ocupacional del Centro de Servicio Recursos Geotérmicos (Ingeniero en Producción Industrial Johan Valerio Pérez (coordinador), Biólogo Roberto Fernández Ugalde, Socióloga Kattia Barker Wright y el Ingeniero Forestal Elmer González Luna). La información correspondiente al monitoreo de la microsismicidad fue suministrada por el Centro de Servicio Exploración Subterránea (Geól. Henriette Bakkar H. y Geól. Irene Aguilar P.). La información asociada al Monitoreo de contaminantes atmosféricos (corrosión) fue suministrada por Javier Robles Cordero, del Centro de Investigación en Corrosión. Así mismo, entorno al seguimiento ambiental de la obra, se consideran las recomendaciones emitidas por el Centro de Servicio Gestión Ambiental a través de Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos (USAP).

## COMPONENTE FÍSICO

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

Toda la flota vehicular del C.S. Recursos Geotérmicos **en operación** cuenta Revisión Técnica Vehicular y Marchamo al día (Anexo 3). En la Figura 5 se evidencia los derechos de circulación de vehículos 103 35-34 y 103 61-55, utilizados en la perforadora National 110-E.



**Figura 5.** Comprobantes de circulación de vehículos utilizados en perforadoras.



La maquinaria, vehículos y equipo del C.S. Recursos Geotérmicos cuentan con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, que garantiza que las emisiones emitidas al ambiente sean las mínimas, tanto para vehículos como para la maquinaria. (Figura 6, Anexo 4 y Anexo 5).



**Figura 6:** Vehículos y equipos en mantenimiento.

El ICE cuenta con un sistema llamado “Sistema Gestión Mantenimientos de Vehículos”, el cual genera reportes de averías (mantenimiento correctivo) y reportes de mantenimiento preventivos que permiten programar y asegurar el buen funcionamiento de la flota vehicular asociado a un factor de tiempo o kilometraje del vehículo. La verificación realizada por parte de los mecánicos consiste en 6 partes esenciales: sistema de motor, sistema de dirección, sistema de transmisión, sistema de suspensión, sistema eléctrico y carrocería.

La maquinaria, equipo o vehículos que presenten fugas de aceites, combustibles, ruptura en los sistemas de escape y desperfectos en los sistemas catalizadores, son retirados de operación y se reparan en el taller institucional o en taller externo



contratado. En la Figura 7 se muestra maquinaria ICE ordenada en el sitio de obra sin derrames.



**Figura 7.** Panorámica de los equipos de perforación

Durante el presente periodo el área de construcción de obra civil del proyecto solamente contó con dos máquinas y un vehículo para las labores que se llevan a cabo. Los tres son sometidos a un seguimiento constante sobre su funcionamiento para que este siempre se mantenga lo más óptimo posible y cumplan con los requerimientos que se solicitan a nivel nacional en la Revisión Técnica Vehicular (RTV) (Figura 8).



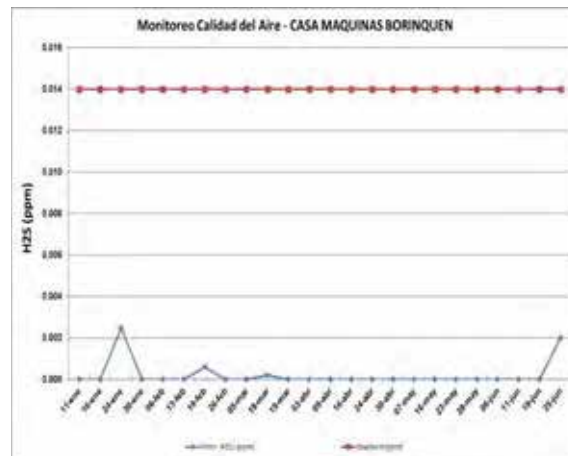
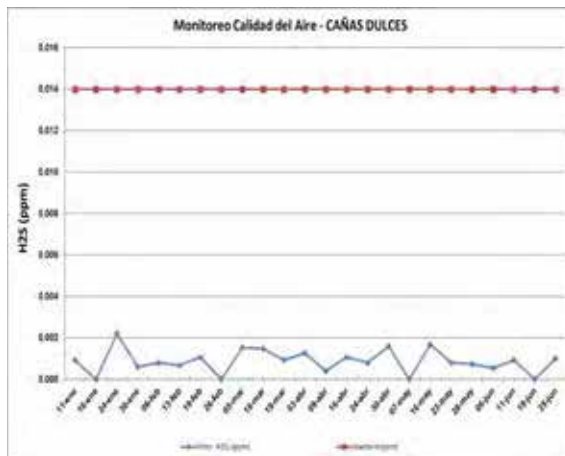
**Figura 8.** Vehículo con RTV y Marchamo al día.

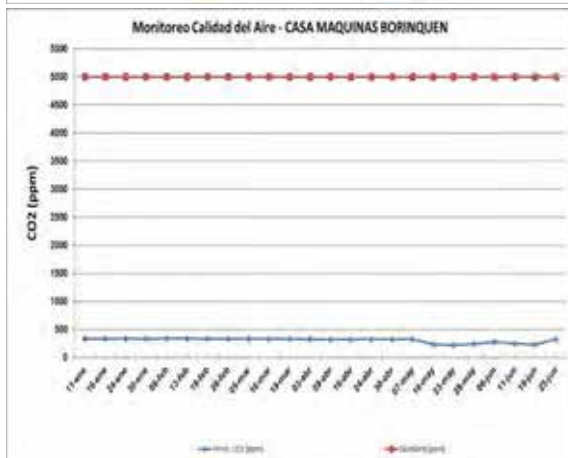
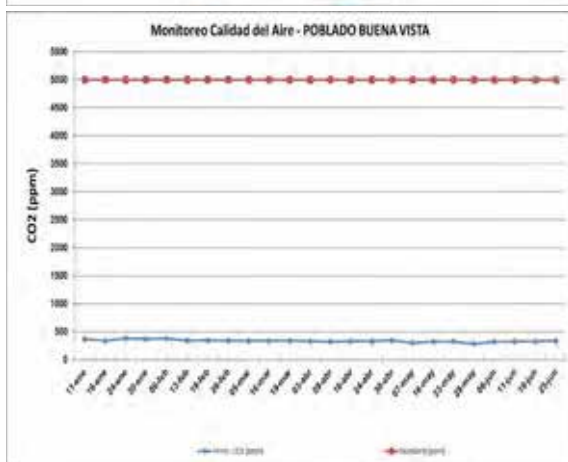
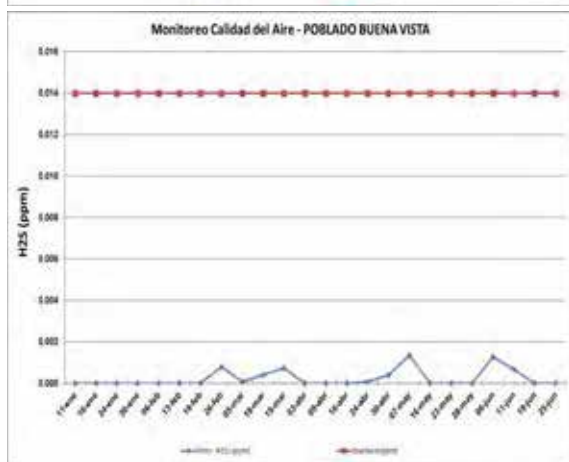
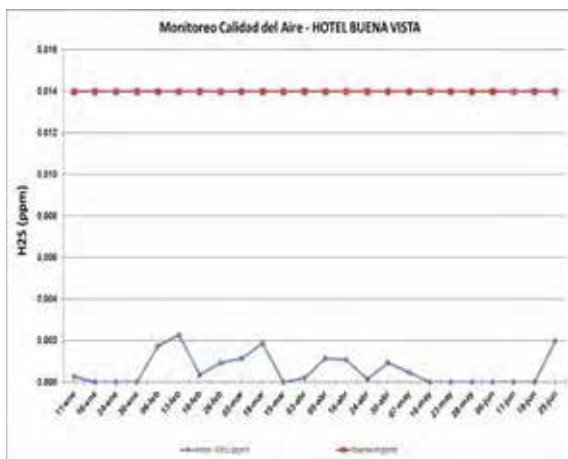
## Medida MFPGB 02. Emisión y medición de gases no condensables.

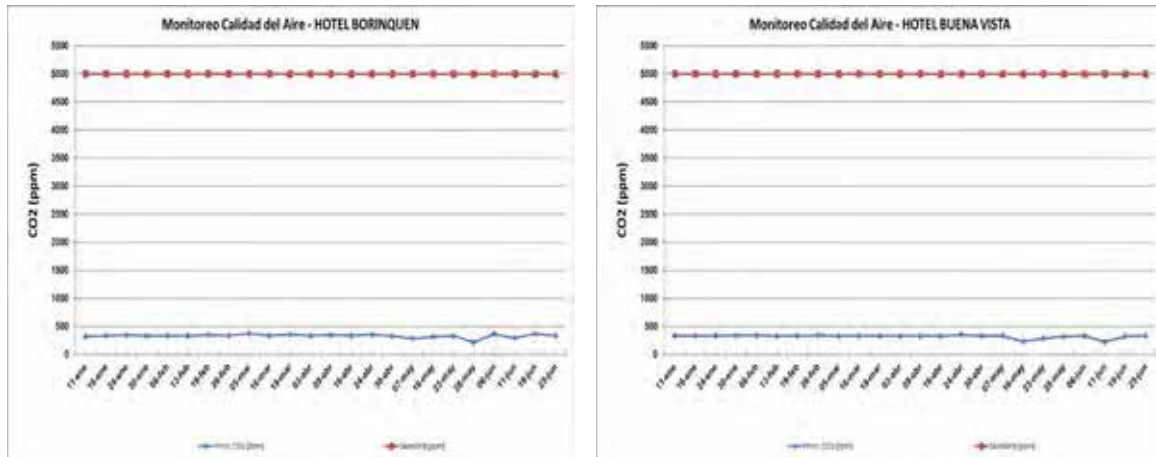
Actualmente se cuenta con un programa de monitoreo periódico de inmisiones de gases (H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>) en puntos cercanos a sitios poblados y en el lugar donde se tiene previsto construir la planta de generación (Cuadro 4 y Figura 9).

**Cuadro 4.** Datos del monitoreo de gases en AID y AP

|                                   | Min CO <sub>2</sub> (ppm) | prom. CO <sub>2</sub> (ppm) | Max CO <sub>2</sub> (ppm) | Std. CO <sub>2</sub> (ppm) | Min H <sub>2</sub> S (ppm) | Prom. H <sub>2</sub> S (ppm) | Max H <sub>2</sub> S (ppm) | Std. H <sub>2</sub> S (ppm) |
|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <b>CAMPO GEOTÉRMICO BORINQUEN</b> |                           |                             |                           |                            |                            |                              |                            |                             |
| CAÑAS DULCES                      | 304                       | 336                         | 356                       | 5000                       | 0.000                      | 0.001                        | 0.002                      | 0.014                       |
| POBLADO BUENA VISTA               | 285                       | 326                         | 347                       | 5000                       | 0.000                      | 0.000                        | 0.001                      | 0.014                       |
| HOTEL BORINQUEN                   | 219                       | 325                         | 369                       | 5000                       | 0.000                      | 0.003                        | 0.007                      | 0.014                       |
| HOTEL BUENA VISTA                 | 227                       | 313                         | 350                       | 5000                       | 0.000                      | 0.000                        | 0.002                      | 0.014                       |
| CASA MAQUINAS BORINQUEN           | 222                       | 287                         | 329                       | 5000                       | 0.000                      | 0.000                        | 0.002                      | 0.014                       |







**Figura 9.** Monitoreo de gases en AID y AP.



**Figura 10.** Personal de gestión ambiental realizando monitoreo.

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 ninguna alteración al 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 indicada 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 OSHA (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 <sub>2</sub> S (ppm)     | 0.000  | 0.023  |
| CO <sub>2</sub> (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 <sub>2</sub> S                                     | OSHA         | E-CFR - 1910.1000 TABLA Z-2 | 20 ppm                            | 50 ppm                               |
| CO <sub>2</sub>                                      | OSHA         | E-CFR - 1910.1000 TABLA Z-1 | 5000 ppm                          | -----                                |

### 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 el área presenta lluvias ácidas de origen volcánico manifestadas con mayor intensidad con la entrada del invierno. La lluvia ácida se produce cuando formación de contaminantes producto de la oxidación de óxidos nitrosos (NO<sub>x</sub>) o dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) 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 km. (área y distancia) y afectar en forma seca o húmeda.

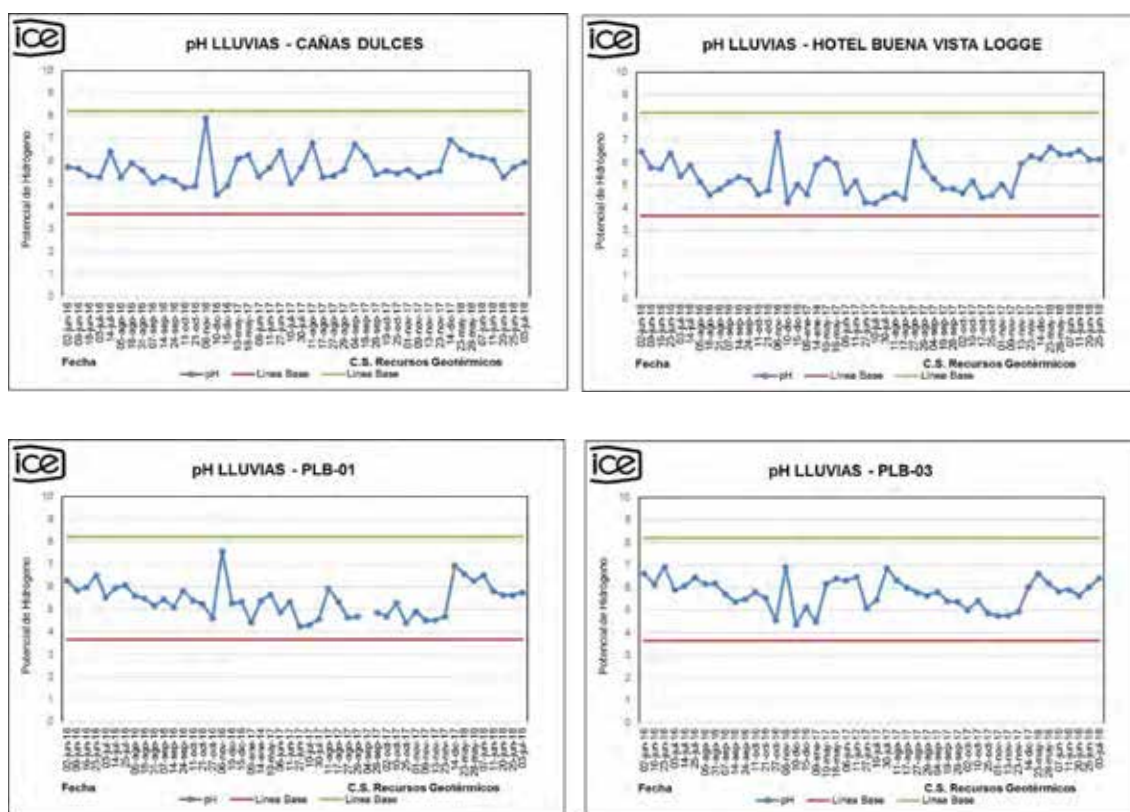
El agua llovida se recolecta semanalmente (Figura 11) y se analiza en un cromatógrafo, instrumento que permite separar químicamente una muestra acuosa o gaseosa para conocer su composición.

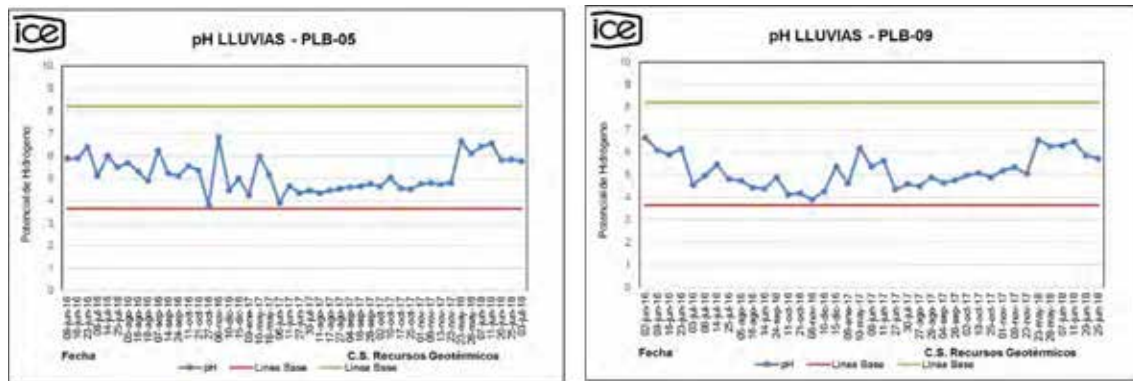




**Figura 11.** Muestreo de aguas de lluvia.

Se considera lluvia ácida a la que se obtenga niveles de potencial de hidrogeno (pH) menor a 5,6 .





**Figura 12.** Registro histórico del análisis de pH de lluvia.

De acuerdo a la información obtenida, se concluye que el PG Borinquen no ha generado ningún tipo de alteración en la calidad de las lluvias de la zona, ya que los valores de pH de las lluvias reportados para este periodo, se encuentran dentro de los valores ambientales obtenidos en los datos de línea base previo al inicio del proyecto (Min. pH 3,65 – Max. pH 8,20).

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

En las máquinas perforadoras se cuenta con equipos para el monitoreo de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S (Figura 13), los mismos cuentan con alarmas audibles en caso de generar emisiones con niveles que arriesguen la salud de los colaboradores, para cual, en caso de suceder se dispone de sistemas de respiración asistida, para mantener la continuidad y control del proceso (Figura 14).



**Figura 13.** Detectores de gases utilizados en pruebas de producción y labores de perforación de pozos profundos.



**Figura 14.** Equipos de respiración asistida y rescate.

Previo a la apertura de pozos, o pruebas de producción u operación, se colocan en las plazoletas, equipos para la medición de H<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub>. Estos equipos cuentan con

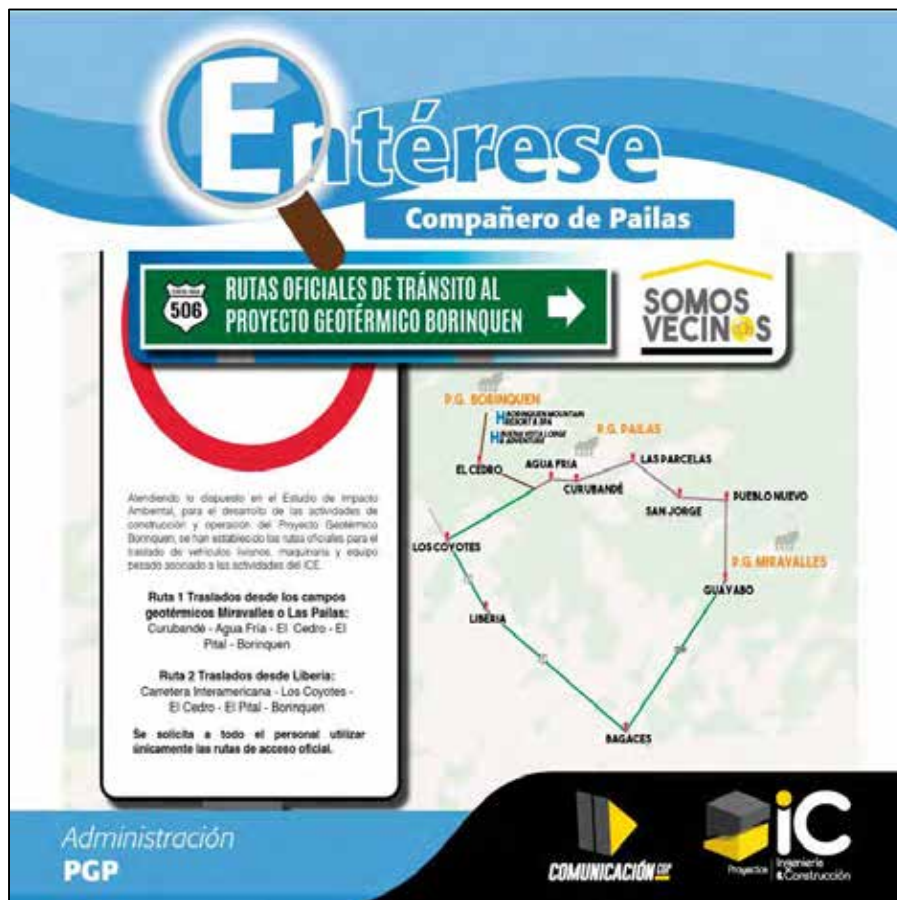


alarmas audibles (10 ppm de H<sub>2</sub>S, 5000 ppm de CO<sub>2</sub>), que permitan a los encargados de los procesos tomar medidas para resguardar la integridad de los trabajadores. Para este periodo no se realizaron pruebas de producción en pozos, por tanto, no reportes asociados a esta medida de control ambiental.

#### Medida MFPGB 05. Reducción de la cantidad de polvo.

- **Rutas de acceso al Proyecto**

Dentro del Plan de Gestión Ambiental del Proyecto Geotérmico Borinquen se encuentra la socialización de la ruta oficial. Tanto al personal interno, proveedores y contratistas se les informa sobre dicha ruta. La Figura 15 se detalla la ruta 1 y ruta 2.



**Figura 15.** Comunicado oficial personal de Proyecto: Rutas de acceso oficial, julio, 2018.

- **Regulación de paso por sector crítico**

La ubicación de personal ICE en el sector sobre el Puente del Río Tizate tiene como objetivo regular el tránsito vehicular por el sector, esto para el desarrollo de traslados de equipo de perforación y / paso de maquinaria pesada. La Figura 16 muestra el puente tipo Bailey construido.



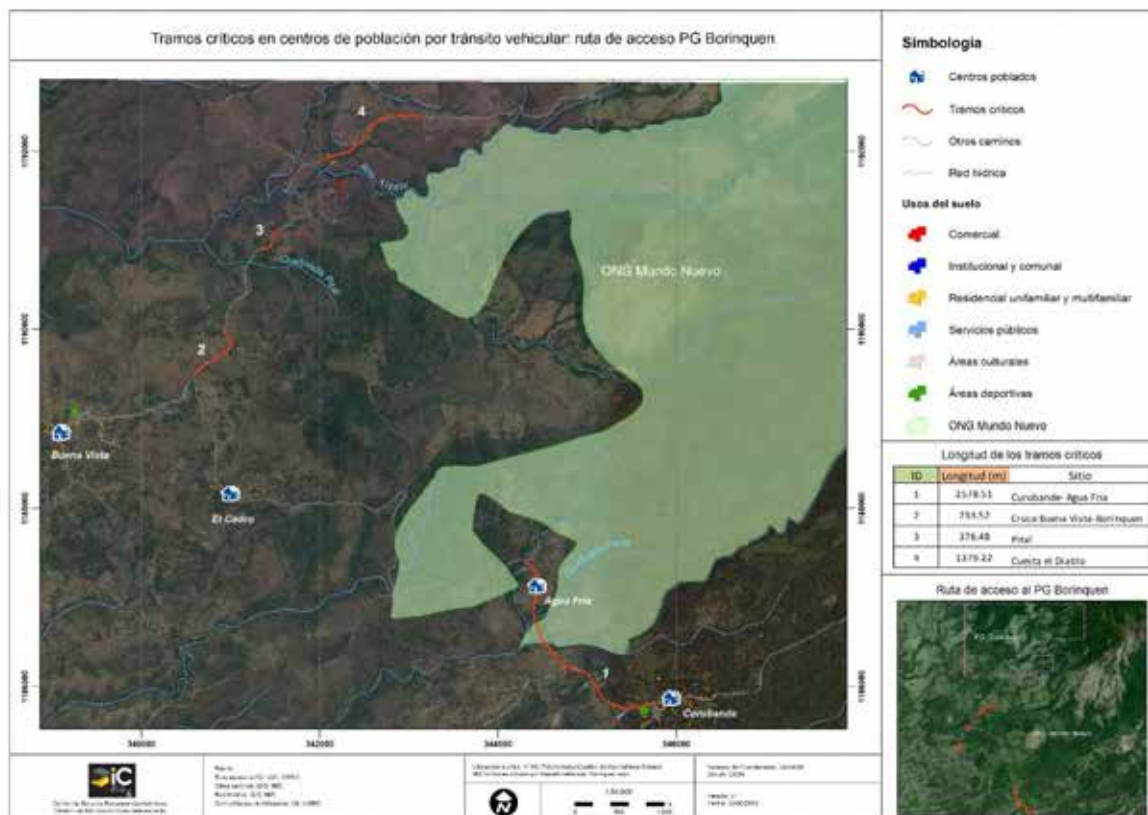
**Figura 16.** Puente tipo Bailey, Tizate, julio, 2018.

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

Una de las medidas de mitigación al impacto del factor polvo en las comunidades de influencia directa del Proyecto es la reiteración al personal sobre los límites de velocidad en zonas pobladas. Los vehículos institucionales cuentan con monitoreo satelital, de presentarse alguna queja se procede con la revisión respectiva.

Las rutas críticas de acceso al Proyecto se muestran en la Figura 17.

Durante el periodo no se presentaron quejas y /o inconformidades en relación a la circulación de vehículos a exceso de velocidad por las comunidades.



**Figura 17.** Tramos críticos en centros de población por tránsito vehicular (generación de polvo): ruta de acceso PG Borinquen.

Para evitar el paso de vehículos por los centros de población de las comunidades de Cañas Dulces y Buena de Buena Vista, se socializa a nivel interno la ruta de acceso oficial al Proyecto.

La implementación del riego es una de las medidas establecidas en el Plan de Gestión Ambiental, lo anterior con el objetivo de disminuir el impacto del polvo en las comunidades donde las calles se encuentran en lastre.

- **Rotulación de rutas de acceso**

Con la finalidad de que, tanto personal Proyecto, contratistas y proveedores puedan ubicar la ruta de acceso oficial, encontramos a lo largo de la vía señalización tanto informativa como preventiva para que estos no transiten por la comunidad de Buena Vista y Cañas Dulces. La Figura 18 muestra el detalle.



**Figura 18.** Señalización de ruta oficial para el PG Borinquen.

Cuando se realizan trabajos en los caminos de acceso al Proyecto, para lograr la reducción del polvo en los mismos y en los sitios de obra, se realiza el riego constante de agua mediante camiones cisterna (Figura 19).



**Figura 19.** Riego de camino y obras para la reducción del polvo.



Como parte de las medidas de prevención en la generación de polvo durante el paso por las comunidades cercanas y dentro de las propiedades del proyecto, las vagonetas deben portar cobertor cuando se acarrean materiales (Figura 20). En caso de no contar con el cobertor, se crea una boleta de inconsistencia y la máquina es puesta en avería. Estas indicaciones, en conjunto con las advertencias, se les hace saber a los operadores cuando ingresan a laborar. Actualmente el proyecto no cuenta con vagonetas.



**Figura 20.** Vagoneta con cobertor durante el acarreo de materiales.

#### **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.**

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 ([inforecursosgeotermicos@ice.go.cr](mailto:inforecursosgeotermicos@ice.go.cr))
- Línea telefónica gratuita (800-GEOTERMIA).

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 sobre estas medidas y se generan procesos disciplinarios al personal en caso de incumplimiento o reincidencia.



Figura 21. Correos informativos sobre restricciones de velocidad



Figura 22. Rotulación con límites de velocidad en AF y AP.

Todos los vehículos, maquinaria y equipo, operan en buenas condiciones de funcionamiento, las listas de verificación incluyen chequeos en los sistemas de amortiguación de ruido, según se indicó en la medida MFPGB 01.

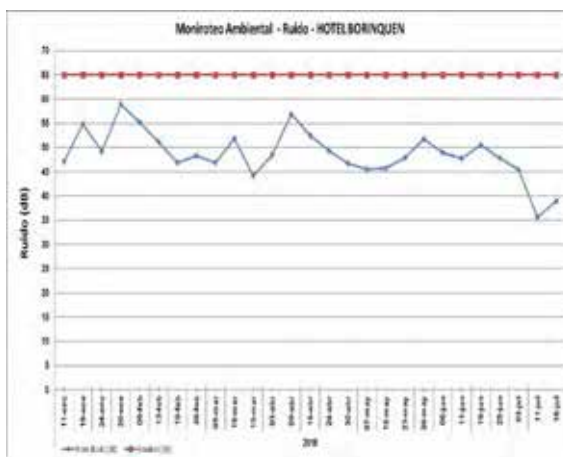
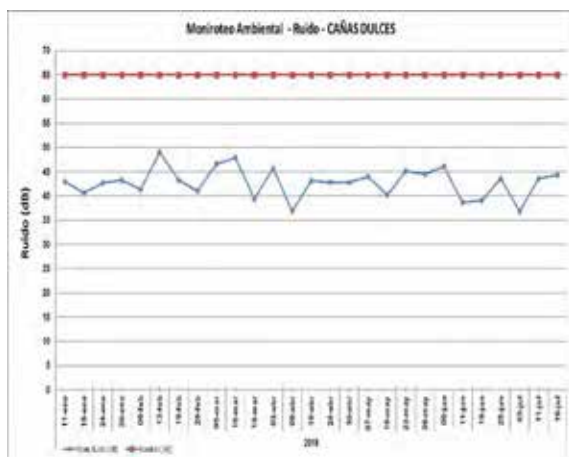
Cabe destacar que todo el personal de la flota vehicular se le informa sobre el deber de cumplir con la legislación nacional relacionada al tema de velocidad de vehículos en sitios poblados, de no cumplir, se genera un informe de inconsistencia tanto al operador como a la empresa proveedora y se le hace una llamada de atención para evitar reincidencias. También en el momento que se sospecha que un vehículo excede los límites de ruido se envía al taller para que se verifique el estado general del vehículo y realicen las mejoras pertinentes.

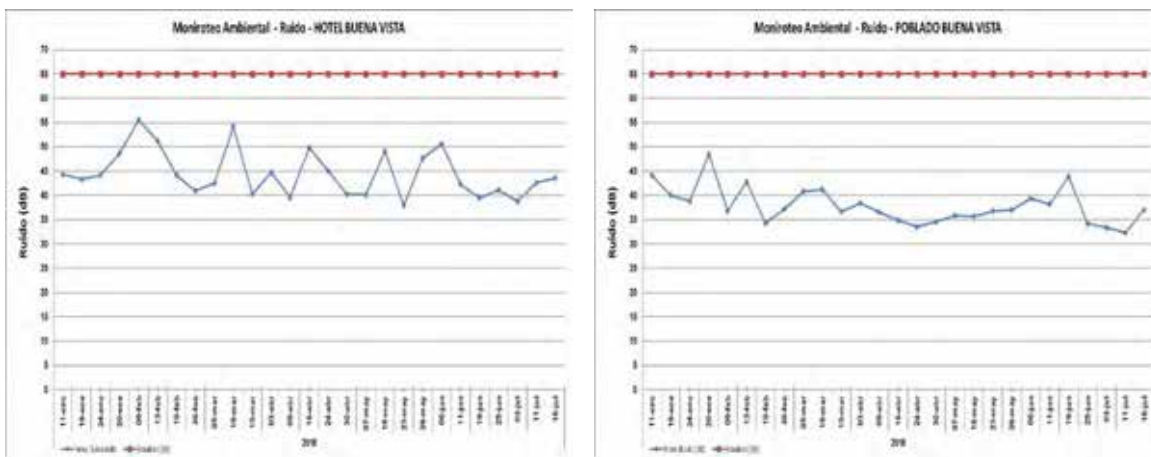
### Medida MFPGB 08. Monitoreo y control del ruido etapa operación, zonas pobladas.

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. Las mediciones se realizan semanalmente y se mantiene un registro de los resultados obtenidos según se detalla en el Cuadro 7 y Figura 23.

**Cuadro 7.** Registros de monitoreo de ruido en áreas pobladas cercanas al AP

|                                   | Min (dB) | Prom. (dB) | Max (dB) | Std. (dB) |
|-----------------------------------|----------|------------|----------|-----------|
| <b>CAMPO GEOTERMICO BORINQUEN</b> |          |            |          |           |
| CAÑAS DULCES                      | 37       | 43         | 49       | 65        |
| POBLADO BUENA VISTA               | 32       | 38         | 48       | 65        |
| HOTEL BORINQUEN                   | 36       | 49         | 59       | 65        |
| HOTEL BUENA VISTA                 | 38       | 45         | 56       | 65        |





**Figura 23.** Registros de ruido en zonas pobladas cercanas al AP

Al finalizar la perforación de pozos se realizan pruebas de producción en jornada diurna y se instalan sistemas de silenciador en el pozo para reducir el nivel de ruido, sin embargo, al no haber finalizado la perforación del PGP-29, no aplica el cumplimiento de esta medida.

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

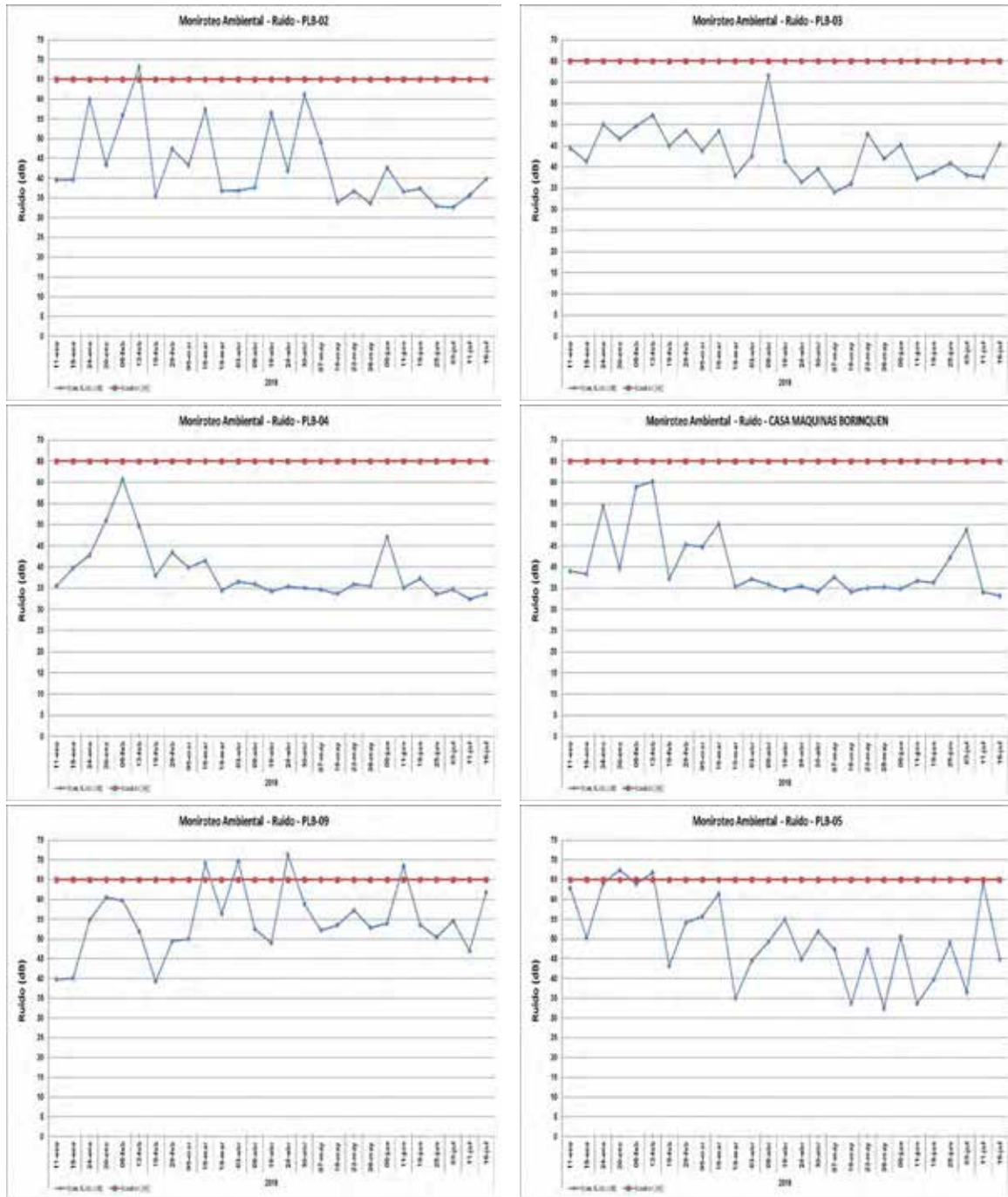
Se implementa un programa de monitoreo de los niveles de ruido en el área de proyecto.

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

**Cuadro 8.** Registros de monitoreo de ruido en el AP

|                                   | Min (dB) | Prom. (dB) | Max (dB) | Std. (dB) |
|-----------------------------------|----------|------------|----------|-----------|
| <b>CAMPO GEOTERMICO BORINQUEN</b> |          |            |          |           |
| PLB-02                            | 33       | 43         | 68       | 65        |
| PLB-03                            | 34       | 43         | 62       | 65        |
| PLB-05                            | 32       | 50         | 67       | 65        |
| <b>CASA MAQUINAS BORINQUEN</b>    |          |            |          |           |
| PLB-04                            | 32       | 39         | 61       | 65        |
| PLB-09                            | 39       | 55         | 71       | 65        |





**Figura 24.** Registros de ruido en el AP

De acuerdo a la información obtenida, se concluye que el PG Borinquen no ha generado ningún tipo de alteración en los niveles de presión sonora de la zona, ya que los valores de ruido reportados para este periodo, se encuentran dentro de los valores ambientales obtenidos en los datos de línea base previo al inicio del proyecto (Min. 21 dB – Max. 75 dB).

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.**

Las pruebas de producción se programan iniciar en horario diurno, cuando e incluyen la instalación de sistemas de silenciadores que permiten reducir el nivel de ruido según se indicó en la medida MFPGB 08, sin embargo, para este periodo no realizaron pruebas de producción.

El C.S. Recursos Geotérmicos a través del departamento de Salud Ocupacional implementa un programa de monitoreo de los niveles de ruido y estrés térmico en los sitios de trabajo, con el propósito de conocer los niveles de exposición del personal y su atenuación mediante los equipos de protección personal asignados, para cada puesto de trabajo.

A continuación, se presenta uno de los registros trimestrales realizados en este periodo asociado al programa de monitoreo de los niveles de ruido y estrés térmico. (Cuadro 9).

Cuadro 9: Informe mensual de niveles de ruido y estrés térmico

| INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD<br>CENTRO DE SERVICIO RECURSOS GEOTÉRMICOS   |  |   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
|--|--|---|------------------------|---|-----------|---------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------|---|------------------|---|---------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------|-----------|---------------------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| <b>INFORME DE EVALUACIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO Y SOBRECARGA TÉRMICA</b>  |  |   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <b>Título de Medición</b>  | Contrapozo 13 de la pazoleta 3   |   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <b>Técnica</b>   | Medición directa   |   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <b>Índice de Estrés Térmico (TGBH)</b>   | Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice dado por la temperatura globo y temperatura de bulbo húmedo.  |   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <b>Índice de calor</b>   | Es la sensación térmica de la combinación de la temperatura en grados centígrados y la humedad relativa en un solo valor.  |   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <b>Instrumentos utilizados</b>   | Medidor de Estrés Térmico, modelo Ques Temp*36, serie TKR050004, activo ICE 652418 y Anemómetro modelo Air Probe, serie WPR050008  |   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <b>Fecha de calibración de los instrumentos</b>  | Medidor de Estrés Térmico: 9/06/2018, mediante certificado de calibración 1706091139TKR05004, de 3M. Anemómetro: 9-06-2018, mediante certificado de calibración 1706091246WPR05008   |   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <b>Procedimiento</b>   | En libreta de campo se registran 10 datos cada 10 minutos, según lectura obtenida de las pantallas de los equipos de medición  |   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <b>Referencia utilizada</b>  | Decreto 39147-S de la legislación Costarricense y INTE ISO 7243:2016 del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica  |   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <b>Tipo de vestimenta</b>  | Camisa manga larga Army, pantalón de mezclilla, guantes de soldar, gorro de soldador. También contaba con mascarilla de soldar con aire.   |   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <b>Actividad que se realizaba</b>  | Soldadura de cabezal del contrapozo.   |   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <b>Propósito de la medición</b>  | Determinar el TGBH y nivel de riesgos del proceso de Soldadura de Cabezal en la perforadora Cardwell   |   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <b>Colaborador que realizó la medición</b>   | Laura Prendas Rodríguez y Oscar Ramírez Quesada  |   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <b>Condiciones del entorno</b>   | El día de la medición las condiciones del clima eran parcialmente soleado. El puesto de trabajo se ubicaba a 4m por debajo del nivel del suelo y la velocidad del viento era 3,18 m/s. Además había presencia de insectos muertos y agua empapada, sin embargo, se aplicó arena y aserrín para eliminar la humedad. Se colocaron pantallas en el puesto de trabajo para lograr el acceso al cabezal. La actividad se realizó entre 2 personas en posición de pie e inclinación de la cabeza. |   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <b>Análisis de la información:</b> A continuación se detallan los valores obtenidos de las mediciones y su respectiva interpretación.  |  |   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Lugar de medición<br/>13/06/2018</th> <th colspan="6">Soldadura de Cabezal PGP 13-Perforadora Cardwell<br/>14:40h - 15:10h</th> </tr> <tr> <th>Medición</th> <th>Temperatura seca (°C)</th> <th>Temperatura húmeda (°C)</th> <th>Temperatura globo (°C)</th> <th>TGBH (°C)<br/>Equipo de medición</th> <th>% HR (°C)</th> <th>IT (°C)</th> <th>Velocidad de viento (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>27,50</td><td>24,40</td><td>28,60</td><td>25,60</td><td>74,00</td><td>30,00</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>2</td><td>27,70</td><td>24,70</td><td>28,90</td><td>26,00</td><td>77,00</td><td>31,00</td><td>3,00</td></tr> <tr><td>3</td><td>28,90</td><td>24,90</td><td>29,00</td><td>26,70</td><td>76,00</td><td>31,00</td><td>3,30</td></tr> <tr><td>4</td><td>28,20</td><td>25,10</td><td>29,10</td><td>26,40</td><td>78,00</td><td>33,00</td><td>3,30</td></tr> <tr><td>5</td><td>28,70</td><td>25,40</td><td>29,70</td><td>26,70</td><td>78,00</td><td>34,00</td><td>3,30</td></tr> <tr><td>6</td><td>28,90</td><td>25,70</td><td>30,20</td><td>27,00</td><td>76,00</td><td>33,00</td><td>3,20</td></tr> <tr><td>7</td><td>29,30</td><td>26,20</td><td>30,40</td><td>27,20</td><td>76,00</td><td>33,00</td><td>3,20</td></tr> <tr><td>8</td><td>29,50</td><td>26,10</td><td>32,00</td><td>27,80</td><td>75,00</td><td>35,00</td><td>3,00</td></tr> <tr><td>9</td><td>30,20</td><td>26,40</td><td>32,60</td><td>27,90</td><td>79,37</td><td>36,00</td><td>3,20</td></tr> <tr><td>10</td><td>30,00</td><td>26,90</td><td>32,20</td><td>28,30</td><td>75,37</td><td>36,00</td><td>3,20</td></tr> <tr> <td>Valor promedio</td> <td>28,88</td> <td>25,58</td> <td>30,27</td> <td>26,36</td> <td>76,47</td> <td>33,20</td> <td>3,18</td> </tr> </tbody> </table> |  |   |                        |   |           |         |                           | Lugar de medición<br>13/06/2018      |                 | Soldadura de Cabezal PGP 13-Perforadora Cardwell<br>14:40h - 15:10h |                  |   |                     |                          |                             | Medición             | Temperatura seca (°C) | Temperatura húmeda (°C) | Temperatura globo (°C) | TGBH (°C)<br>Equipo de medición | % HR (°C)               | IT (°C)   | Velocidad de viento (m/s) | 1  | 27,50 | 24,40 | 28,60 | 25,60 | 74,00 | 30,00 | 3,10 | 2 | 27,70 | 24,70 | 28,90 | 26,00 | 77,00 | 31,00 | 3,00 | 3 | 28,90 | 24,90 | 29,00 | 26,70 | 76,00 | 31,00 | 3,30 | 4 | 28,20 | 25,10 | 29,10 | 26,40 | 78,00 | 33,00 | 3,30 | 5 | 28,70 | 25,40 | 29,70 | 26,70 | 78,00 | 34,00 | 3,30 | 6 | 28,90 | 25,70 | 30,20 | 27,00 | 76,00 | 33,00 | 3,20 | 7 | 29,30 | 26,20 | 30,40 | 27,20 | 76,00 | 33,00 | 3,20 | 8 | 29,50 | 26,10 | 32,00 | 27,80 | 75,00 | 35,00 | 3,00 | 9 | 30,20 | 26,40 | 32,60 | 27,90 | 79,37 | 36,00 | 3,20 | 10 | 30,00 | 26,90 | 32,20 | 28,30 | 75,37 | 36,00 | 3,20 | Valor promedio | 28,88 | 25,58 | 30,27 | 26,36 | 76,47 | 33,20 | 3,18 |
| Lugar de medición<br>13/06/2018  |  | Soldadura de Cabezal PGP 13-Perforadora Cardwell<br>14:40h - 15:10h |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| Medición   | Temperatura seca (°C)  | Temperatura húmeda (°C)   | Temperatura globo (°C) | TGBH (°C)<br>Equipo de medición               | % HR (°C) | IT (°C) | Velocidad de viento (m/s) |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| 1  | 27,50  | 24,40   | 28,60                  | 25,60   | 74,00     | 30,00   | 3,10                      |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| 2  | 27,70  | 24,70   | 28,90                  | 26,00   | 77,00     | 31,00   | 3,00                      |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| 3  | 28,90  | 24,90   | 29,00                  | 26,70   | 76,00     | 31,00   | 3,30                      |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| 4  | 28,20  | 25,10   | 29,10                  | 26,40   | 78,00     | 33,00   | 3,30                      |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| 5  | 28,70  | 25,40   | 29,70                  | 26,70   | 78,00     | 34,00   | 3,30                      |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| 6  | 28,90  | 25,70   | 30,20                  | 27,00   | 76,00     | 33,00   | 3,20                      |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| 7  | 29,30  | 26,20   | 30,40                  | 27,20   | 76,00     | 33,00   | 3,20                      |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| 8  | 29,50  | 26,10   | 32,00                  | 27,80   | 75,00     | 35,00   | 3,00                      |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| 9  | 30,20  | 26,40   | 32,60                  | 27,90   | 79,37     | 36,00   | 3,20                      |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| 10   | 30,00  | 26,90   | 32,20                  | 28,30   | 75,37     | 36,00   | 3,20                      |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| Valor promedio   | 28,88  | 25,58   | 30,27                  | 26,36   | 76,47     | 33,20   | 3,18                      |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TGBH (°C)</th> <th colspan="2">Niveles de consumo metabólico.</th> <th colspan="2">TGBH (°C) de referencia<br/>INTE-ISO 7243:2016</th> </tr> <tr> <th>Exterior con carga solar</th> <th>Clase de consumo metabólico</th> <th>Consumo Metabólico W</th> <th>Persona aclimatada</th> <th>Persona no aclimatada</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>26,55</td> <td>Consumo metabólico alto</td> <td>360 a 458</td> <td>26</td> <td>23</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>   |  |   |                        |   |           |         |                           | TGBH (°C)                            |                 | Niveles de consumo metabólico.                                      |                  | TGBH (°C) de referencia<br>INTE-ISO 7243:2016 |                     | Exterior con carga solar | Clase de consumo metabólico | Consumo Metabólico W | Persona aclimatada    | Persona no aclimatada   |                        | 26,55                           | Consumo metabólico alto | 360 a 458 | 26                        | 23 |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| TGBH (°C)  |  | Niveles de consumo metabólico.                                      |                        | TGBH (°C) de referencia<br>INTE-ISO 7243:2016 |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| Exterior con carga solar   | Clase de consumo metabólico  | Consumo Metabólico W  | Persona aclimatada     | Persona no aclimatada                         |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| 26,55  | Consumo metabólico alto  | 360 a 458   | 26                     | 23  |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>% Requerido de descanso y de trabajo</th> <th>Índice de Calor</th> <th>Nivel de Riesgo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trabajo Continuo</td> <td>116,00</td> <td>Nivel de Riesgo III</td> </tr> </tbody> </table>   |  |   |                        |   |           |         |                           | % Requerido de descanso y de trabajo | Índice de Calor | Nivel de Riesgo   | Trabajo Continuo | 116,00  | Nivel de Riesgo III |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| % Requerido de descanso y de trabajo   | Índice de Calor  | Nivel de Riesgo   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |
| Trabajo Continuo   | 116,00   | Nivel de Riesgo III   |                        |   |           |         |                           |                                      |                 |   |                  |   |                     |                          |                             |                      |                       |                         |                        |                                 |                         |           |                           |    |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |   |       |       |       |       |       |       |      |    |       |       |       |       |       |       |      |                |       |       |       |       |       |       |      |

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.

## 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.**

Para prevenir el arrastre de sedimentos a los ecosistemas aledaños a los sitios de obra, se realizan visitas de seguimiento ambiental para identificar sitios que pueden verse afectados por el arrastre y aporte de sedimentos. De igual manera, se cuenta con sedimentadores en distintos de las obras, los cuales permiten evitar o disminuir el arrastre de sedimentos a los ecosistemas aledaños (Figura 25).



**Figura 25.** Sedimentador construido para manejo de aguas de la PLB-05.

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

Todos los equipos, maquinaria y vehículos, están incluidos dentro de un programa de mantenimiento según se indicó en la medida MFPGB 01, los cuales son: Gestión para el Mantenimiento de Vehículos y API Pro para la maquinaria y equipos de perforación, a fin de asegurar que no presentan problemas de fugas de combustibles o lubricantes.

El almacenamiento de combustibles o lubricantes en los sitios de trabajo cuenta con diques de contención que garantizan que cualquier derrame será manejado de manera adecuada, trampa de grasas, rotulado según la norma NFPA 706 y contar con las fichas de seguridad de los productos almacenados (Figura 26).

Todos los desechos producto del mantenimiento tales como cambios de aceite, filtros, se manejan en recipientes sellados y rotulados, y son dispuestos por medio de co-procesamiento, estos residuos se manejan en recipientes cerrados, y son dispuestos por medios adecuados. En la Figura 26 se muestra los recipientes

utilizados para clasificar residuos y se incluye el recipiente para manejo de residuos peligrosos (color rojo)

El CSRG cuenta con un plan de contingencia que establece la disponibilidad de kit anti derrames, y el personal de mantenimiento se encuentra debidamente capacitado en manejo y control de derrames por la empresa tecnología para el Mantenimiento.

Se utilizan toallas absorbentes hidrofóbicos para el control de derrames y para los sistemas de trampas para aguas oleaginosas según se muestra en la en la Figura 26. Todos los residuos en general se clasifican en los sitios de obra y se envían en recipientes adecuados al centro de Acopio de Gestión Ambiental para realizar su debida gestión.

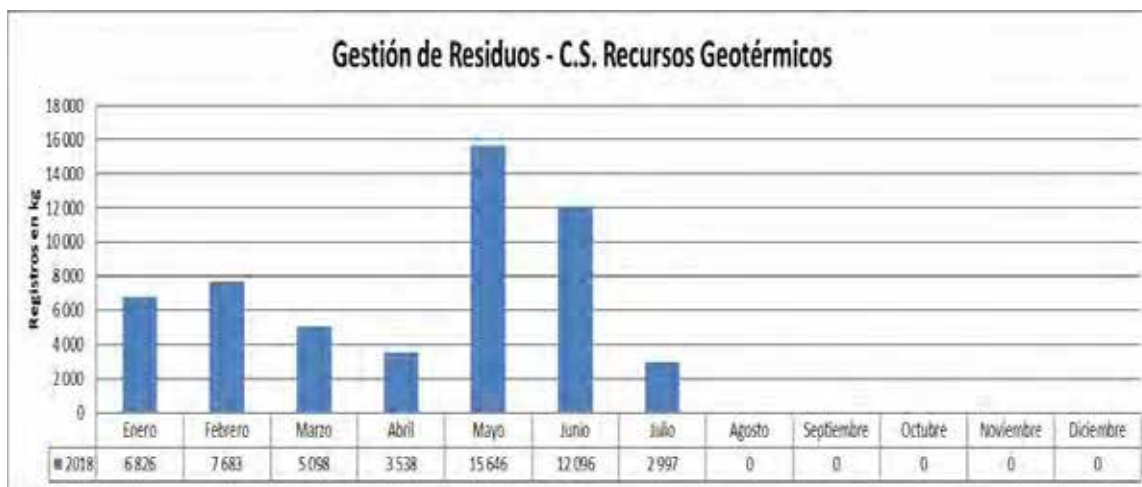




**Figura 26:** Manejo de residuos peligroso en perforadora National 110-E.

Cualquier derrame accidental que pueda suceder es recolectado de forma inmediata y enviados al Centro de Acopio de Gestión Ambiental CSRG para su debido manejo. En la Figura 27 se detalla todos los residuos manejados en Centro

de Acopio durante el I trimestre 2017, incluye todos los residuos generados en los campos geotérmicos, Miravalles, Pailas y Borinquen.



**Figura 27:** Inventario en Centro de Acopio de Residuos en kg.

Para controlar los derrames de hidrocarburos asociados al área constructiva, el Proyecto cuenta con un documento que especifica el plan de acción que se debe seguir ante estas situaciones, el cual se da a conocer mediante capacitaciones al personal tanto institucional como personal alquilado desde el momento que inicia labores con el proyecto donde entre otras cosas que muestra cómo se deben de manipular las sustancias peligrosas, que toda máquina debe contar con kit de atención de derrames y que cuando se presenten dichas situaciones se debe notificar y atender de inmediato para reducir el impacto (Figura 28).





**Figura 28.** Portación de Kit de Atención de Derrames de la Maquinaria de Proyecto.

Se cuenta con un sitio habilitado para almacenamiento temporal de sustancias y residuos peligrosos, el cual está ubicado en las cercanías de la Planta de Concreto, dentro de la plazoleta PLB-03 (Figura 29). En esta área se cuenta con un espacio cerrado, con el suelo impermeabilizado, techado y con un muro de contención para evitar la propagación de posibles derrames que ocurran en su interior, cuenta con un kit para la atención de eventuales derrames que fue entregado al personal que labora en este frente de trabajo.



**Figura 29.** Área para almacenamiento de sustancias peligrosas.

Durante el periodo se notificó a la Unidad de Gestión Ambiental un caso de derrame de hidrocarburos en el camino externo de acceso al Proyecto (Figura 30), al cual se le brindo el tratamiento correspondiente al área afectada mediante el uso de materiales bio-remediadores y la recolección de la tierra que fue contaminada, por parte del personal capacitado para atender dichas eventualidades.



**Figura 30.** Atención de derrame en el camino acceso al PG Borinquen.

Por otra parte, el Proyecto cuenta con una losa para el mantenimiento de maquinaria esto para evitar que cuando se realice dicha actividad se contamine la superficie de suelo o algún cuerpo de agua cercano, dicha losa cuenta con una trampa de grasas y aceites para contener las posibles situaciones que se presenten (Figura 31). La misma está ubicada al costado sur de la plazoleta PLB-03.



**Figura 31.** Losa para el mantenimiento de maquinaria.

#### **Medida MFPGB 14. Manejo y control de fluidos geotérmicos.**

Todas las aguas provenientes de la perforación de pozos son enviadas a lagunas de sedimentación, las cuales, cuentan con sistemas de impermeabilización (Figura 32).



**Figura 32.** Lagunas impermeabilizadas en PLB-9.

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

Las aguas residuales de servicios sanitarios son enviados a tanques sépticos.

Los residuos como aceites, lubricantes, combustibles, productos químicos, etc, son colocados en recipientes sellados y rotulados, y enviados a co-procesamiento, según se indicó en la medida MFPGB 13.

Los residuos líquidos son colocados en recipientes sellados, etiquetados adecuadamente y enviados para su tratamiento en sistemas de co-procesamiento, según se indicó en la medida MFPGB 13.

Las aguas de la Planta de Concreto se disponen en una laguna de 45000 m<sup>3</sup> de capacidad (Figura 33), y las aguas negras de los servicios sanitarios de este sito de obra se manejan por medio de tanques sépticos.



**Figura 33.** Laguna para vertido de aguas con sedimentos de la Planta de Concreto.

**Medida MFPGB 16. Manejo y control de residuos sólidos.**

El CSRG cuenta con Plan de Manejo de Residuos y un Centro de Acopio avalado por el Ministerio de Salud (Figura 34 y Anexo 6).





**Figura 34.** Manejo de residuos en Centro de Acopio del CSRG.

Los residuos generados por los grupos operativos son clasificados y almacenados de manera temporal en estaciones verdes o puntos de reciclaje como los ilustrados en la Figura 35, luego se envían al Centro de Acopio para su clasificación, pesaje y almacenamiento temporal antes de disponerlos para reutilizar, reciclar, valorizar o aprovechamiento energético.



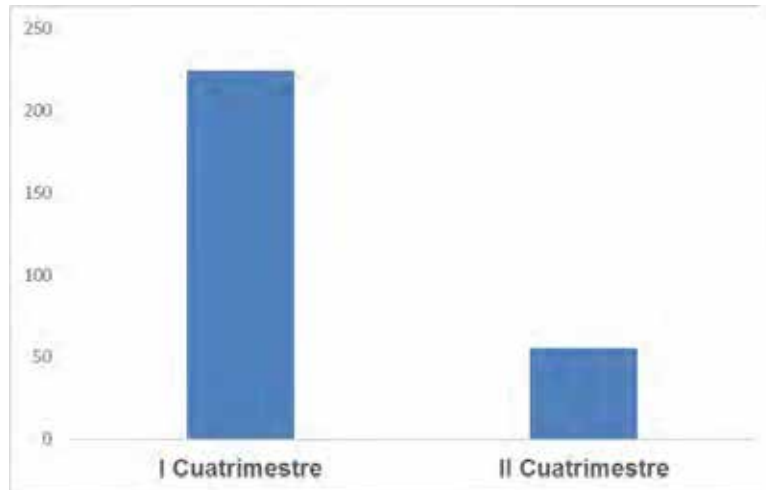
**Figura 35.** Puntos de acopio temporal de residuos en plazoleta PLP-09.

Para el despacho de residuos peligrosos se consideran permisos para el transporte de residuos peligrosos ante la Contraloría Ambiental del MINAE (Anexo 8).

Los gestores de residuos están avalados ante el Ministerio de Salud y generan certificados que garantizan un tratamiento adecuado de los mismos (Anexo 7 y Anexo 8).

Durante el presente periodo, los residuos sólidos generados por la actividad de obra civil del proyecto fueron enviados al Centro de Acopio del Proyecto Geotérmico Las Pailas, para su debido descarte por medio de gestores autorizados por el Ministerio de Salud. La cantidad de dichos residuos fue 55.5 kg.

En la Figura 36 se puede apreciar la disminución en el ingreso de residuos al Centro de Acopio y esto se debe a que no se están realizando labores de construcción en el Proyecto.



**Figura 36.** Disminución en la generación de residuos.

Los pocos residuos ingresados durante el periodo se lograron disponer adecuadamente en conjunto con residuos despachados del Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II, mediante gestores autorizados por el Ministerio de Salud para dicha labor (Figura 37).



**Figura 37.** Descarte de residuos del PG Las Pailas Unidad II donde se incluyen residuos del PG Borinquen.

Debido a la poca generación de residuos que presenta el Proyecto se está utilizando como referencia el Programa de Gestión de Residuos del Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II, sin embargo, se continúa trabajando en la elaboración de un programa independiente para el Proyecto.



En el tema de manejo de aguas residuales para este periodo corresponde la presentación del reporte operacional de la Planta de Tratamiento del Campamento de Curubandé por lo que se realizaron los muestreos y análisis correspondientes, según lo que establece el reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales N° 33601, con un laboratorio externo y que cuente con el refrendo del Colegio de Ingenieros Químicos.

El muestro se realizó en conjunto con miembros de la comunidad con el fin de explicarles en el sitio el proceso por el que pasan las aguas residuales del Campamento, además de los procedimientos que se llevan a cabo durante el muestreo y aclarar todas dudas con las que se cuenten en relación a este tema (Figura 38).



**Figura 38.** Muestreo de aguas residuales en el Campamento Curubandé en conjunto con miembros de la comunidad.

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

Esta medida no aplica para este periodo de trabajo.

**Medida MFPGB 18. Monitoreo de corrosión atmosférica.**

Basado en informe parcial de Corrosión Atmosférica en Proyecto Geotérmico Borinquen, realizado por los investigadores Javier Robles Cordero y Michael Castillo

Solano, y Erika Saborío Leiva (responsable técnico), Centro de Investigación en Corrosión del Instituto Costarricense de Electricidad.

## **Introducción**

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, en consecuencia, 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, exposición de placas de acero al carbono y de acero galvanizado, además se dispone de estaciones meteorológicas, al lado de cada estación de corrosión atmosférica para obtener los datos que se requieran de éstas. El objetivo de dicho estudio es establecer la clasificación a la que pertenece dicha atmosfera desde el punto de vista de corrosión (Figura 39).



**Figura 39.** Proyecto de corrosión en PLB-5.

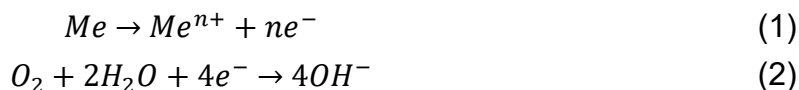
## **Marco teórico**

### ***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):



Dado el mecanismo anteriormente citado 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 (SO<sub>2</sub>) y el Cloruro (Cl<sup>-</sup>).

Dadas las razones anteriores, es de vital importancia en estudios de corrosión atmosférica 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 impuestas por normas internacionales, la cuales a su vez sirven como herramientas 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 como se detalla en el Cuadro 10 y Cuadro 11.

**Cuadro 10.** Categoría de la atmósfera según nivel de corrosión.

| Categoría | Corrosividad |
|-----------|--------------|
| C1        | Muy baja     |
| C2        | Baja         |
| C3        | Medio        |
| C4        | Alta         |
| C5        | Muy alta     |

| Categoría | Corrosividad |
|-----------|--------------|
| CX        | Extremo      |

Fuente: (ISO 9223:2012)

**Cuadro 11.** Clasificación de contaminación por sulfuro y cloruro

| Tasa<br>deposición<br>( $mg / m^2 d$ ) | Nivel de corrosividad                                  |                            | Tasa<br>deposición<br>( $mg / m^2 d$ ) |
|--|--|----------------------------|--|
|  | Sulfuro (SO <sub>2</sub> )                             | Cloruro (Cl <sup>-</sup> ) |  |
| $P_d \leq 4$                           | P <sub>0</sub> Atmosfera Rural                         | S <sub>0</sub>             | $S_d \leq 3$                           |
| $4 < P_d \leq 24$                      | P <sub>1</sub> Atmosfera Urbana                        | S <sub>1</sub>             | $3 < S_d \leq 60$                      |
| $24 < P_d \leq 80$                     | P <sub>2</sub> Atmosfera Industrial                    | S <sub>2</sub>             | $60 < S_d \leq 300$                    |
| $80 < P_d \leq 200$                    | P <sub>3</sub> Atmosfera Industrial<br>muy contaminada | S <sub>3</sub>             | $300 < S_d \leq 1500$                  |

Fuente: (ISO 9223:2012)

## Metodología

Las normas de referencia, ISO 9225:2012 e ISO 9226:2012, 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*.

## Resultados

En el Cuadro 12, se muestran las velocidades de deposición de dióxido de azufre en tanto en el

**Cuadro 13,** se muestran las tasas de deposición de cloruros en la zona de Borinquén, mientras que las clasificaciones respectivas se muestran en el

Cuadro 14.

**Cuadro 12.** Tasa de deposición dióxido de azufre (SO<sub>4</sub>)

| Fecha de recolección | Estación     | Tasa deposición<br>(mg /m <sup>2</sup> d) |
|----------------------|--------------|---|
| 11/01/2018           | Plataforma 2 | 5,697                                     |
| 12/02/2018           | Plataforma 2 | 12,271                                    |
| 05/04/2018           | Plataforma 2 | 6,033                                     |
| 11/01/2018           | Plataforma 5 | 5,819                                     |
| 12/02/2018           | Plataforma 5 | 11,681                                    |
| 05/04/2018           | Plataforma 5 | 13,815                                    |

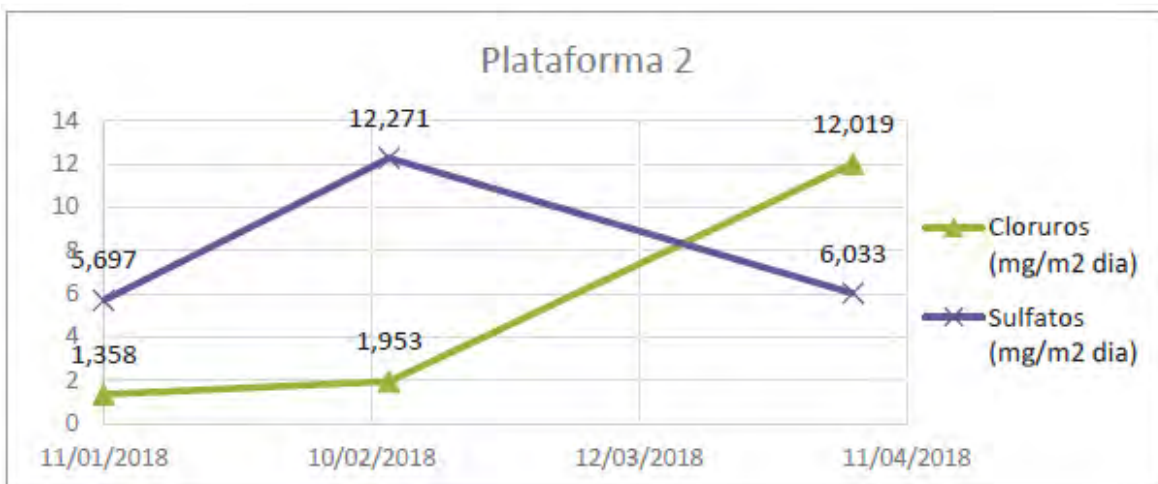
**Cuadro 13.** Tasa de deposición Cloruro (Cl<sup>-</sup>).

| Fecha de recolección | Estación     | Tasa deposición<br>(mg /m <sup>2</sup> d) |
|----------------------|--------------|---|
| 11/01/2018           | Plataforma 2 | 1,358                                     |
| 12/02/2018           | Plataforma 2 | 1,953                                     |
| 05/04/2018           | Plataforma 2 | 12,019                                    |
| 11/01/2018           | Plataforma 5 | 32,258                                    |
| 12/02/2018           | Plataforma 5 | 29,948                                    |
| 05/04/2018           | Plataforma 5 | 6,41                                      |

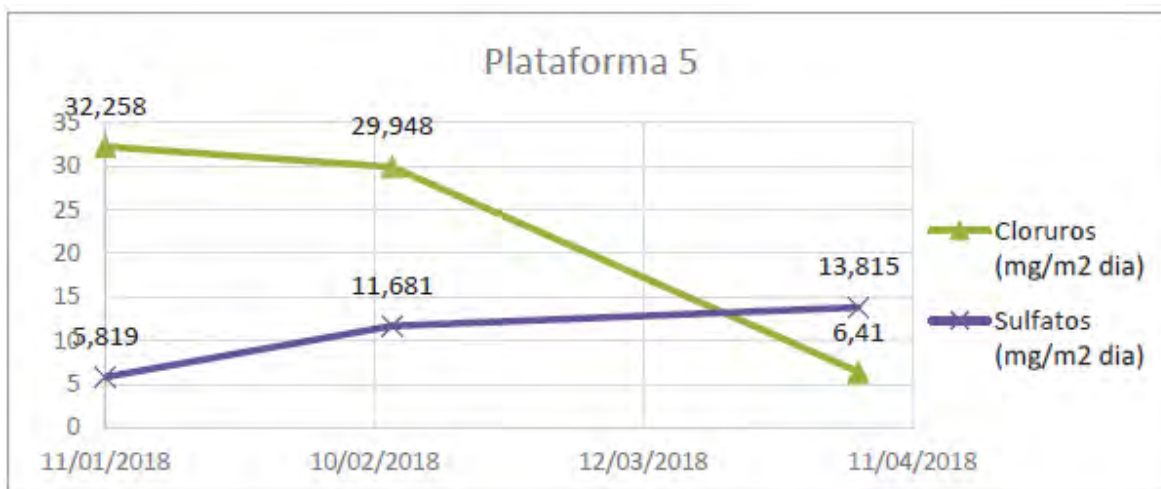
**Cuadro 14.** Clasificación de acuerdo a tasa de deposición.

| Fecha de recolección | Estación     | Clasificación de acuerdo a ISO<br>9223:2012 |                 |
|----------------------|--------------|---|-----------------|
|                      |              | SO <sub>2</sub>                             | Cl <sup>-</sup> |
| 11/01/2018           | Plataforma 2 | P1  | S0              |
| 12/02/2018           | Plataforma 2 | P1  | S0              |
| 05/04/2018           | Plataforma 2 | P1  | S1              |
| 11/01/2018           | Plataforma 5 | P1  | S1              |
| 12/02/2018           | Plataforma 5 | P1  | S1              |
| 05/04/2018           | Plataforma 5 | P1  | S1              |

Por otra parte, en las figuras 1 y 2, se muestra un histórico, a partir del 2018, de las tasas de deposición de cloruros y sulfatos para las estaciones Plataforma 2 y Plataforma 5.



**Figura 40.** Histórico de deposición de cloruros y sulfatos, PGB-2.



**Figura 41.** Clasificación de acuerdo a tasa de deposición.

## Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo con los resultados obtenidos para el período de medición, la clasificación de la tasa de dióxido de azufre  $P_0$  y la deposición de cloruros  $S_0$ , es considerado por la norma de referencia, ISO 9223:2012 como un ambiente urbano.

## 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.

### **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 informe sobre actividad sísmica y volcánica en los alrededores de los proyectos geotérmicos Borinquen y Pailas, 15 de marzo del 2018 al 15 de julio del 2018. Realizado por Geól. Henriette Bakkar H.; Geól. Irene Aguilar P.; Revisó Dr. Guillermo Alvarado I. Centro de Servicio Exploración Subterránea, Área de Amenazas y Auscultación Sismológica y Volcánica.

#### **Antecedentes de la micro sismicidad a partir de 2002**

Para esta región se presentan tres posibles fuentes de microsismicidad: a) tectónica, b) sismicidad inducida favorecida por procesos de perforación, pruebas de inyección y estimulación de la permeabilidad en algunos pozos y, c) actividad volcánica del Rincón de la Vieja. La Figura 42 muestra un resumen de la sismicidad anual para el periodo de 2002- 2018 (hasta el 15 de julio).

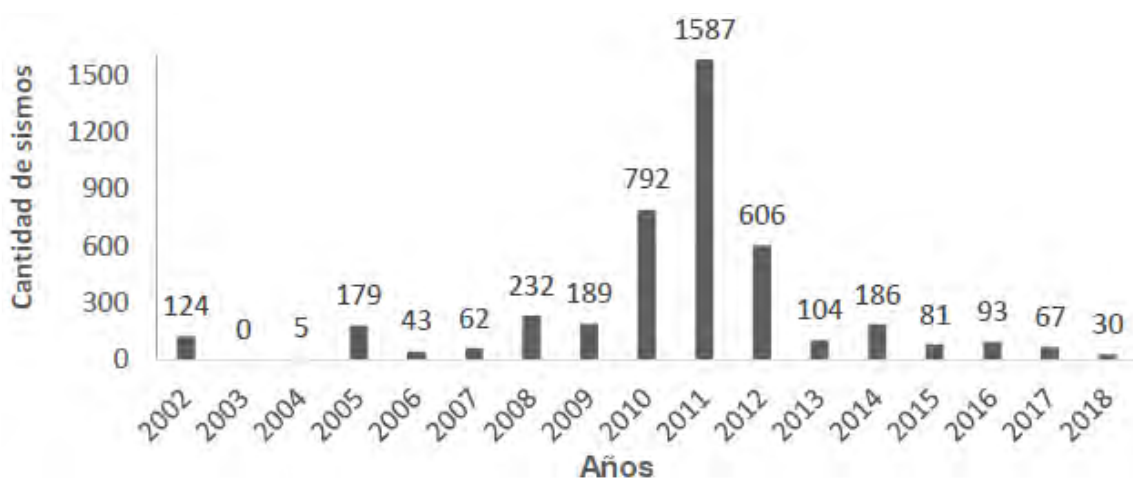
En el año 2002, se dan ejemplos de sismicidad en los campos geotérmicos, con un enjambre sísmico posiblemente producto de la ruptura de la capa sello, que permitió el movimiento de los fluidos que se encontraban a presión, al tiempo de la perforación del pozo PGP-05 en el sector de Las Pailas. En el 2005, la sismicidad se asoció a procesos de ruptura producto de las pruebas de inyección en el pozo PGB-03 (Borinquen), pero también, coincidentemente se produjo un enjambre sísmico de origen tectónico en el sector de Dos Ríos. En el año 2010, la actividad sísmica se localizó en los alrededores de los pozos PGB-01 y PGB-04 en el sector



de Borinquen. Toda esta actividad corresponde una microsismicidad en donde la magnitud es muy baja ( $\leq 3$  Mw).

Un importante ejemplo de sismicidad tectónica se dio posterior a la ocurrencia del terremoto de Sámara (5 de setiembre de 2012), que generó la reactivación de algunas fallas tectónicas locales en las cercanías de Dos Ríos, Quebrada Grande de Liberia y Curubandé (periferia de la caldera de Alcántaro), lo que incrementó la actividad durante setiembre y octubre en forma significativa (Taylor, 2013). A partir del 2013, la actividad sísmica decreció con respecto a los años anteriores.

La sismicidad relacionada con procesos volcanotectónicos del Rincón de la Vieja, se dan a partir del 2010, marcando el inicio de una nueva etapa eruptiva, la cual continua hasta la fecha (Taylor, 2011; presente trabajo). En los años 2014 a 2017, la mayor parte de la sismicidad se asoció a procesos volcanotectónicos, relacionados con la actividad del Rincón de la Vieja (Figura 42).



**Figura 42.** Sismicidad anual para el periodo 2002 al 15 de julio del 2018.

#### **Microsismicidad para el periodo 15 de marzo 2018 – 15 de julio del 2018**

En el periodo de análisis (del 15 de marzo al 15 de julio del 2018) se localizaron 22 sismos dentro del área (alrededores de Pailas, Borinquen y el cráter Activo); esta distribución se muestra en la Figura 43 y Figura 44; y en

Cuadro 14. Para este periodo se resalta las siguientes características:

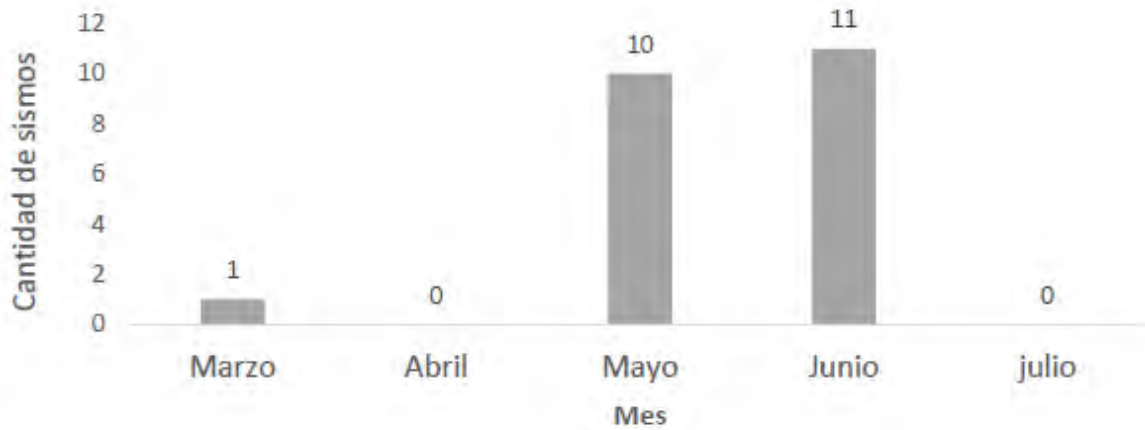
1. La actividad sísmica entre marzo y julio del 2018, se ubica en tres focos principales: Pailas, Borinquen y el cráter Activo. La mayor parte de la sismicidad ocurre en los meses de mayo y junio.
2. En Pailas, se localizaron 5 eventos asociados a procesos tectónicos. Estos se dieron en junio del 2018.
3. En Borinquen, ocurren 5 eventos sísmicos (junio). No se descarta que esta actividad esté relacionada con la perforación del pozo PGB-29, sin embargo, se necesita más evidencias para comprobarlo.
4. La actividad volcanotectónica en el Rincón de la Vieja continua en este periodo con actividad eruptiva de tipo freática. Se registró en más de tres estaciones 9 sismos, mientras que en la estación más cercana (VORI) se registraron 50 eventos volcanotectónicos.

**Cuadro 15.** Distribución de la sismicidad en los alrededores de Borinquen y Pailas I y II.

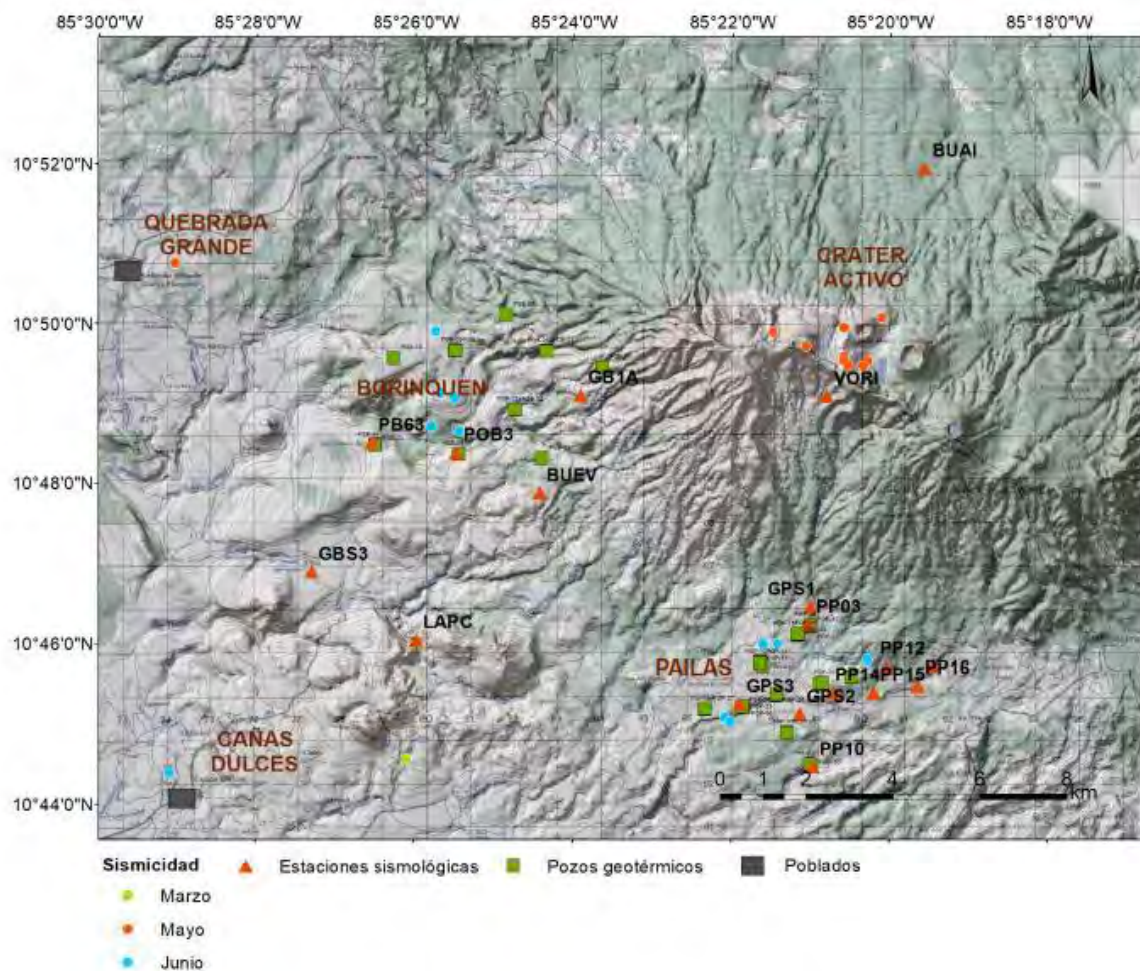
| Año  | Mes   | Sis.<br>Antrópica | Volcano<br>tectónica | Tectónica |
|------|-------|-------------------|----------------------|-----------|
| 2018 | Marzo | -                 | 1*                   | 1         |
|      | Abril | -                 | 2*                   | -         |
|      | Mayo  | -                 | 44*/ 9               | 1         |
|      | Junio | -                 | 3*                   | 11        |
|      | Julio | -                 | -                    | -         |

\*Sismos reconocidos únicamente en la estación más cercana al cráter (VORI).

**Fuente:** Centro de Servicio Exploración Subterránea.



**Figura 43.** Cantidad de microsismos someros (profundidad menor a los 15 km) localizados durante desde el 15 marzo al 15 de julio del 2018 en los alrededores de Borinquen-Pailas.



**Figura 44.** Distribución de la sismicidad para el periodo 15 de marzo al 15 de julio del 2018.

### **Actividad sísmica-eruptiva del Rincón de la Vieja, periodo noviembre 2017-febrero del 2018**

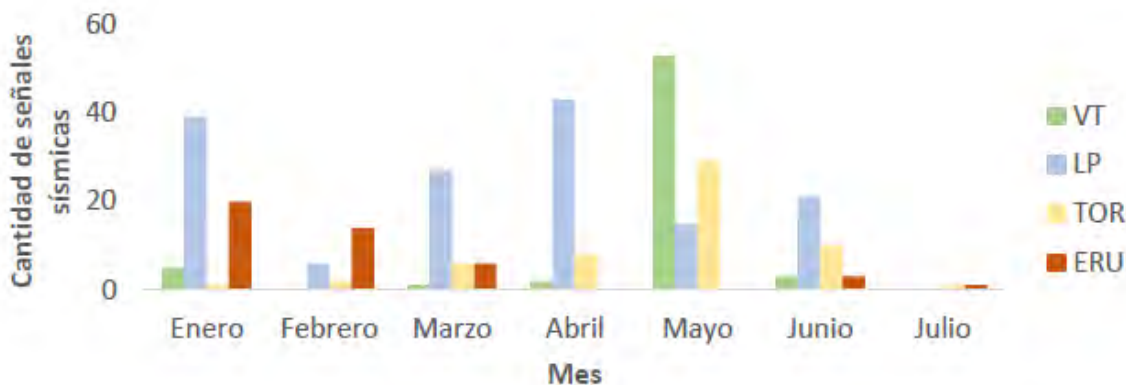
Luego de trece años de inactividad del volcán Rincón de la Vieja (desde 1998 al 2011), en setiembre del 2011 se generan las primeras erupciones que marcan el inicio de un nuevo periodo eruptivo. En el 2012 y en el 2013, el volcán se mantuvo con una baja actividad sísmica, dominada por señales de tremor, eventos volcanotectónicos y leves erupciones. Esta actividad se incrementa progresivamente hasta el 2017, en donde el 11 de junio se registra la erupción de mayor energía sísmica (freatomagmática), la cual, además, generó el descenso de lahares calientes por los cauces de la ladera norte del volcán.

Desde el 2009, los eventos volcanotectónicos se presentan cada vez a menor profundidad y se dio un incremento de la actividad eruptiva hasta el presente, los cuales se asocian a procesos de migración de fluidos magmáticos (Figura 45).

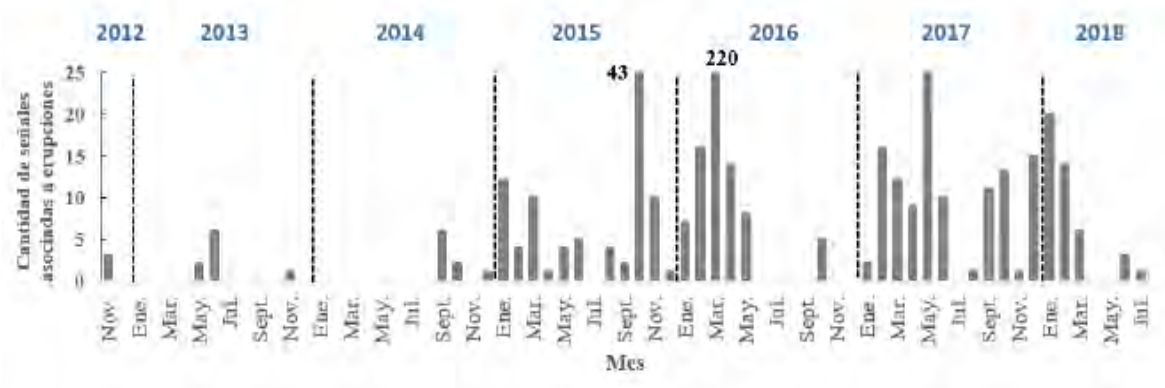


**Figura 45.** Rangos de profundidad de la sismicidad de la base de datos del catálogo del OSIVAM (Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Arenal y Miravalles) para el periodo 2008 al 15 de julio del 2018.

La actividad sismo-volcánica del Rincón de la Vieja en el 2018 se caracteriza por la ocurrencia de erupciones freáticas en el primer trimestre del año. Sin embargo, desde abril se registró un aumento de los sismos de baja frecuencia típicos de procesos de circulación de fluidos (hidrotermales o magmáticos) a través de conductos dentro del volcán (Figura 46). Por otra parte, el 20 de mayo, se registró un pequeño enjambre de sismos alrededor de 45 eventos volcanotectónicos (sismicidad generada por procesos de ruptura a lo largo de fallamientos dentro del macizo volcánico). Durante esta primera mitad de junio, el volcán Rincón de la Vieja mantiene el patrón de comportamiento sísmico observado desde mayo, durante el cual se han registrado eventos sísmicos volcánicos de baja frecuencia y de gran amplitud y en algunos casos, señales asociadas a erupciones freáticas (Figura 47).



**Figura 46.** Número de señales sísmicas asociadas a procesos volcánicos en el periodo 2018 (hasta el 4 de julio). VT: volcanotectónico. LP: baja frecuencia. TOR: señal de baja frecuencia tipo tornillo. ERU: señal asociada a erupción freática o freatomagmática.



**Figura 47.** Cantidad de señales sísmicas asociadas a erupciones (hasta el 15 de julio del 2018).

## Conclusiones

Para las áreas de Borinquen y Pailas, en el periodo del 15 de marzo al 15 de julio del 2018, la sismicidad registrada fue moderada (22 sismos) y ocurrió principalmente en los meses de mayo y junio. Los tres focos de sismicidad se ubican en Pailas (5 sismos), Borinquen (5 sismos) y en el cráter Activo (9 sismos). No se descarta que la actividad sísmica de junio en Borinquen esté relacionada con los procesos de perforación del Pozo PGB-29, cuyas operaciones iniciaron en marzo y continuaron hasta junio, sin embargo, se necesitan más evidencias para esta afirmación.

La actividad eruptiva de tipo freática en Rincón de la Vieja continua en el periodo de marzo a julio del 2018, con la ocurrencia de pocas erupciones en marzo, junio y julio, además, el 21 de mayo se da la ocurrencia de un importante enjambre sísmico (45 eventos) en el cráter activo. En este periodo no se ha reportado el descenso de lahares.

## **Referencias**

- Bakkar, H., 2016a: Actividad sísmica y volcánica en los alrededores del proyecto geotérmico Borinquen durante el periodo 1996 – 2016, con énfasis en el 2015 - 2016.- Informe interno ICE, 7 págs.
- Bakkar, H., 2016b: Actividad sísmica y volcánica en los alrededores del proyecto geotérmico Borinquen y Pailas durante el periodo 2016, con énfasis en octubre y noviembre. - Informe interno ICE, 7 págs.
- Bakkar, H., Aguilar I. & Taylor, W., 2017: Análisis de registros sismológicos para la prueba de estimulación de permeabilidad en el PGP-83 el 22 de febrero del 2017. - Informe interno ICE, 8 págs.
- Climent, A., Alvarado, G.E., Taylor W. & Vargas A., 2014: P.G. Las Pailas II Estudio de Amenaza Sísmica, Guanacaste, Costa Rica.- Informe interno ICE. 46 págs.
- Taylor, W., 2011: Pruebas de inyección en el Pozo PGP-27 y su relación con la sismicidad, fracturación y cambios de esfuerzos, Campo Geotérmico Las Pailas, Guanacaste, Costa Rica.- Informe interno ICE. 13 págs.
- Taylor, W., 2013: Informe de la sismicidad durante el año 2012 en Borinquen y Las Pailas, Volcán Rincón de la Vieja.- Informe interno ICE, 11 págs.
- Taylor, W., 2014: Informe de la sismicidad durante el año 2013 en Borinquen, Pailas y el volcán Rincón de la Vieja.- Informe interno ICE, 19 págs.

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

Esta medida no aplica para este periodo de trabajo.

### **Medida MFPGB 22. Control de procesos erosivos.**

Esta medida no aplica para este periodo de trabajo.



**Medida MFPGB 23. Manejo y conservación de suelos.**

Esta medida no aplica para este periodo de trabajo.

**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.**

Actualmente el PG Borinquen cuenta con una planta de concreto localizada en la PLB-03 (Figura 48), dedicada principalmente a la producción de RCC para el mejoramiento de los caminos internos del proyecto y algunos sectores de camino externo donde se ha identificado la necesidad de aplicar este tipo de tratamiento (cuestas con alta pendiente, centros poblados con alta afectación con polvo). Esta actividad genera poco material de residuo por lo que no se reutiliza en otras áreas de proyecto.



**Figura 48.** Vista panorámica de la planta de concreto ubicada en la plazoleta PLB-03 del PG Borinquen.

Para el manejo de las aguas residuales de la planta, se utilizan tres lagunas impermeabilizadas con geo-membrana, las cuales fueron construidas como parte de la perforación profunda realizada en la etapa de exploración del proyecto (Figura 49).



**Figura 49.** Lagunas para el manejo de agua residuales de la planta de concreto.

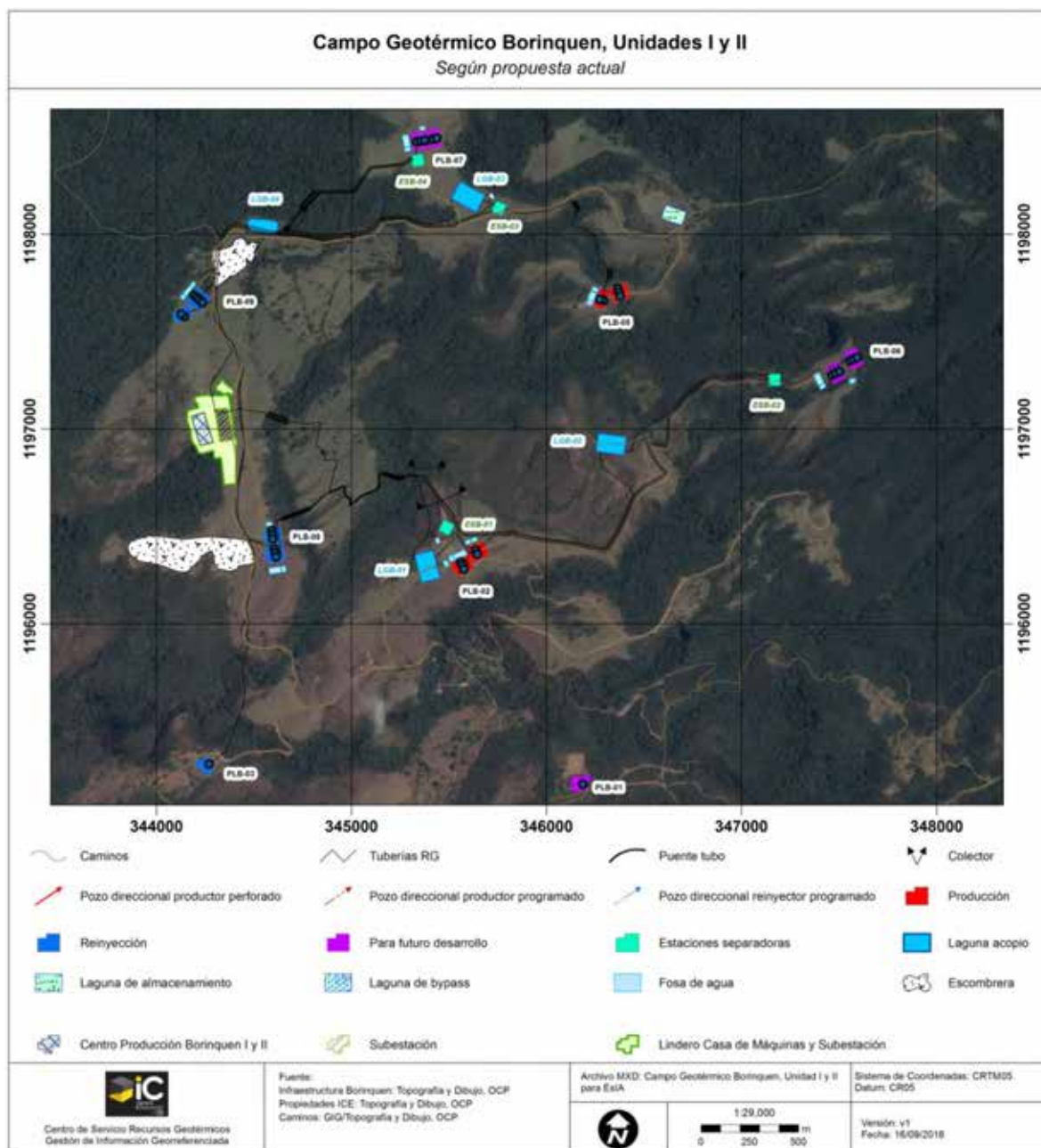
Estas Lagunas están impermeabilizadas por completo y no cuentan con desfogue o descarga sobre cuerpos de agua superficial, por lo que no se realiza un monitoreo físico-químico para medir el impacto de la planta.

## **COMPONENTE BIÓTICO**

### **Medida MBPGB 01. Manejo de cobertura boscosa.**

Como se ha indicado en los informes anteriores, a partir de la modificación del diseño y ubicación de los sitios de obra del proyecto, aprobada mediante Resolución N° 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 50). 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 50.** Sitios de obra del Proyecto Geotérmico Borinquen con modificación al diseño de obras.

El manejo del área boscosa a intervenir y el seguimiento en cada obra se realizará 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.

Como se ha mencionado en anteriores informes, el personal que ejecutará las labores de tala cuenta con amplia experiencia y capacitación en tala dirigida, poda, troceo, extracción y demás actividades asociadas al aprovechamiento forestal (Figura 51, Figura 52, Figura 53 y Figura 54).



**Figura 51.** Capacitación sobre tala dirigida y trabajo seguro en labores de aprovechamiento forestal. Impartida por el MED, marzo del 2015.



**Figura 52.** Capacitación sobre corta dirigida y mecánica de motosierras. Impartida por el ITCR, abril del 2015.



**Figura 53.** Certificado de participación en curso sobre corta dirigida y mecánica de motosierras. Impartida por el ITCR, abril del 2015.

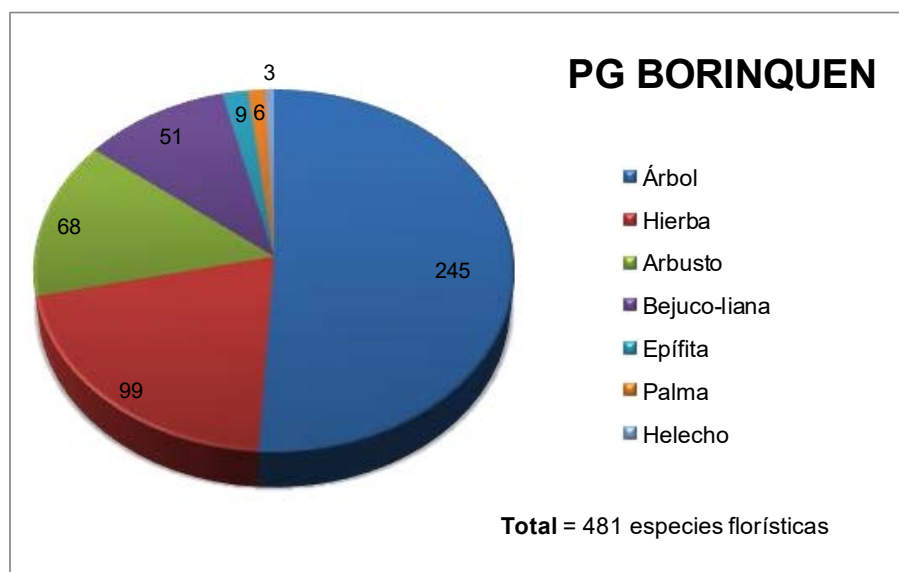


**Figura 54.** Certificado de participación en curso sobre corta dirigida y mecánica de motosierras. Impartida por el ICE, marzo del 2015.

Por otra parte, en cuanto al inventario de flora en el Área de Proyecto, se continua 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 55), así como al registro fotográfico de las mismas. Hasta la fecha, mediante este proceso se han registrado un total de 481 especies florísticas (se mantiene la cantidad de especies registradas para el pasado periodo de informe), correspondientes a diferentes hábitats, principalmente árboles, hierbas, arbustos y bejucos-lianas (Figura 56).

| FLORA DE TODOS LOS SITIOS DE MUESTREO EN LOS CAMPOS GEOTÉRMICOS MIRAVALLES, LAS PAILAS Y BORINQUEN. MARZO DEL 2018 |                              |                         |                                       |         |        |
|--|------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|---------|--------|
| Nº   | ESPECIE (Nombre Científico)  | FAMILIA BOTÁNICA        | NOMBRES COMUNES                       | HÁBIT   | ORIGEN |
| 2  | <i>Acacia collinsi</i>       | Fabaceae-Mimosoideae    | Cornizuelo                            | Árbol   | Nativa |
| 4  | <i>Acacia farnesiana</i>     | Fabaceae-Mimosoideae    | Aromo, Espino blanco                  | Árbol   | Nativa |
| 5  | <i>Acalypha arvensis</i>     | Euphorbiaceae           | Varilla negra, gusanillo, cordoncillo | Arbusto | Nativa |
| 6  | <i>Acalypha diversifolia</i> | Euphorbiaceae           | Gusanillo, cordoncillo                | Arbusto | Nativa |
| 7  | <i>Acalypha sp</i>           | Euphorbiaceae           | Gusanillo, cordoncillo                | Arbusto | Nativa |
| 9  | <i>Achyranthes aspera</i>    | Amaranthaceae           | Rabo de chanco                        | Hierba  | Nativa |
| 10   | <i>Acnistus arborescens</i>  | Solanaceae              | Güitite                               | Árbol   | Nativa |
| 11   | <i>Acosmium panamensis</i>   | Fabaceae-Papilionoideae | Carboncillo, guayacán, chichipate     | Árbol   | Nativa |
| 12   | <i>Acrocomia aculeata</i>    | Arecaceae               | Coyol                                 | Palma   | Nativa |
| 13   | <i>Adelia triloba</i>        | Euphorbiaceae           | Clavillo                              | Arbusto | Nativa |
| 14   | <i>Adiantum concinnum</i>    | Pteridaceae             | Aliento de niño, culantrillo          | Hierba  | Nativa |
| 15   | <i>Adiantum trapeziforme</i> | Pteridaceae             | Aliento de niño, culantrillo          | Helecho | Nativa |
| 17   | <i>Ageratum microcarpum</i>  | Asteraceae              | Santa Lucía                           | Hierba  | Nativa |

**Figura 55.** Extracto de base de datos composición florística en el Área de Proyecto del PG Borinquen. Julio del 2018.



**Figura 56.** Cantidad de especies florísticas según tipo de hábito registradas en el Área de Proyecto (AP) del Proyecto Geotérmico Borinquen. Julio del 2018.



Por otra parte, como parte de la modificación del diseño y ubicación de los sitios de obra del proyecto, se vienen realizando estudios complementarios en cada uno de los mismos. Estos contemplan el desarrollo de evaluaciones ecológicas rápidas del componente florístico presente en cada sitio de obra.

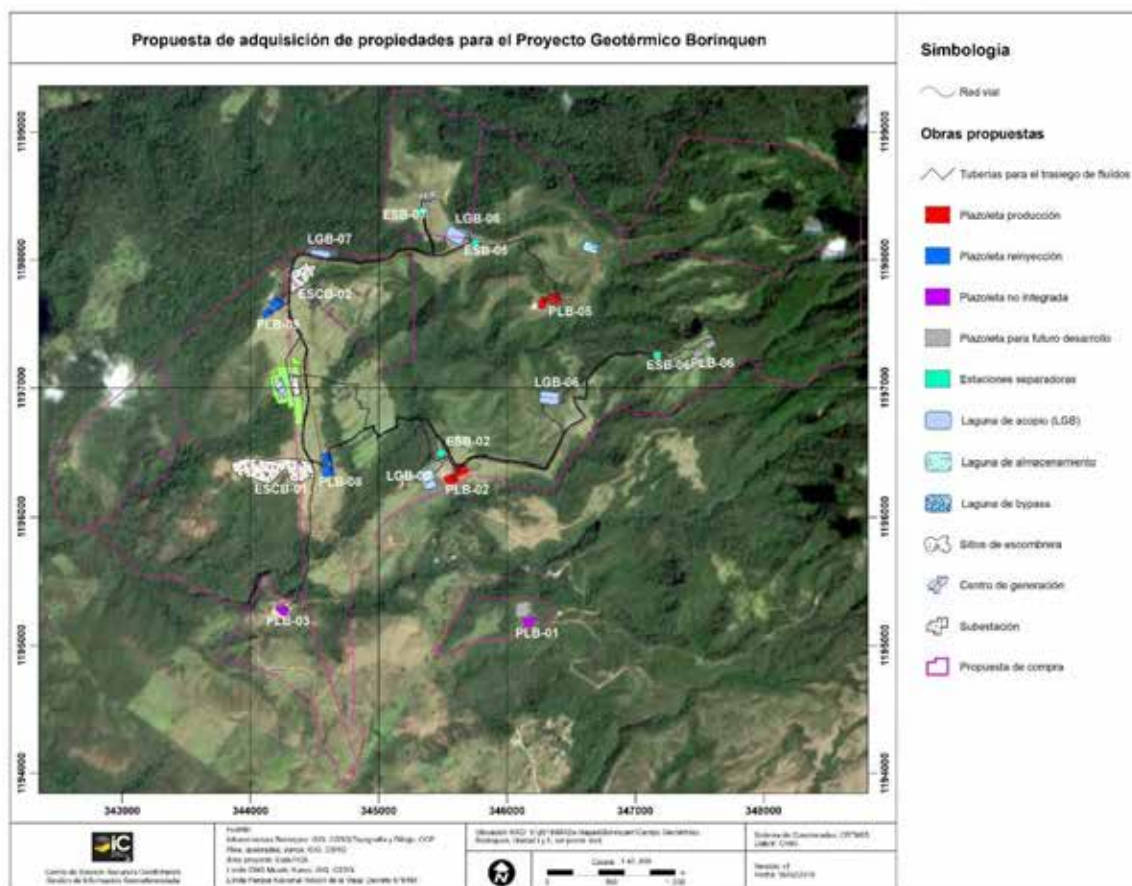
En cuanto al rescate y reubicación de flora con estado poblacional especial (en veda, en peligro de extinción, amenazadas, con poblaciones reducidas), actualmente se trabaja en la revisión del “Plan de manejo para el rescate y translocación de flora y fauna en el Proyecto Geotérmico Borinquen”, cuyo propósito y alcance son los siguientes:

- Definir las técnicas y procedimientos para la ejecución y monitoreo de los rescates de flora y fauna, los cuales deben desarrollarse en los diferentes sitios de obra, cuyos impactos ambientales se generen en zonas boscosas u otros ecosistemas frágiles.
- La finalidad es impedir la destrucción de la flora de sotobosque y especies epifitas (muchas declaradas en peligro de extinción), cumpliendo con lo propuesto en el Plan de Gestión Ambiental establecido para la ejecución del Proyecto Geotérmico Borinquen, evitando en la medida de lo posible daños a los animales silvestres que habitan en los sitios de impacto y generando información (distribución, ecología, abundancia, entre otros) respecto a las especies presentes.

#### **Medida MBPGB 02. Plan de restauración de coberturas vegetales.**

En cuanto al acondicionamiento final de escombreras, actualmente se trabaja en la revisión del “Plan de manejo y acondicionamiento final de escombreras en el Proyecto Geotérmico Borinquen”, en el cual se establecen las pautas generales entorno al manejo y acondicionamiento final de las mismas, así como el monitoreo y seguimiento del proceso. Las recomendaciones ahí establecidas pueden ajustarse a las condiciones particulares de cada escombrera, a conveniencia para el propietario, por recomendación del grupo de gestión ambiental o a partir de recomendación técnica del grupo constructivo. En todo caso, las acciones que se implementen deben orientarse a prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales potenciales entorno a la operación y cierre técnico de los sitios de escombrera. Cabe destacar que estas pautas pueden aplicarse durante el cierre técnico de otros sitios de obra temporales asociados al proyecto.

La reforestación en zonas de protección de ríos y quebradas se realizará a partir de un “Plan de restauración ecológica de ecosistemas boscosos en el PG Borinquen”, el cual contemplará la identificación de sitios, métodos de reforestación (regeneración natural, regeneración natural asistida, enriquecimiento, entre otras), diseños de la reforestación (pantallas vegetales, espaciamiento, bloques, entre otros), manejo, seguimiento y monitoreo del proceso. Como se ha indicado en informes anteriores, este plan se encuentra en desarrollo, dado que en primera instancia se debe contar con el diseño final de las obras y la delimitación del terreno que será adquirido. El primero ya fue aprobado por la SETENA (Figura 50), mientras que el segundo se encuentra en proceso de avalúo por parte del departamento de avalúos del ICE (Figura 57), a partir del cual se desarrollará el proceso asociado a la adquisición de la propiedad (s).



**Figura 57.** Propuesta de adquisición de propiedades para el PG Borinquen. Julio 2018.

Por otra parte, se elaboró un “Plan de selección de plantas y árboles padre” correspondiente en su mayoría a especies de árboles, cuya condición poblacional sea especial por ser consideradas escasas o raras, especies consideradas

vulnerables a la extinción o catalogadas como especies en peligro o peligro crítico. Los árboles reproducidos serán utilizados para reforestar zonas sujetas a restauración en el Proyecto Geotérmico Borinquen. Cabe destacar que como parte del plan de manejo para el rescate y translocación de flora y fauna se considera el establecimiento de un vivero para el rescate de plantas para la reforestación durante la fase de construcción. Otras plantas que se utilicen para la reforestación y enriquecimiento de procesos de regeneración natural serán traídas del vivero forestal del ICE ubicado en Tronadora de Tilarán.

Cabe destacar que estos planes están sujetos a ajustes durante su implementación, acorde a las condiciones ambientales que se presenten. Así mismo, deberán ajustarse a posibles compromisos de implementación de medidas ambientales establecidas ante entes financieros.

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

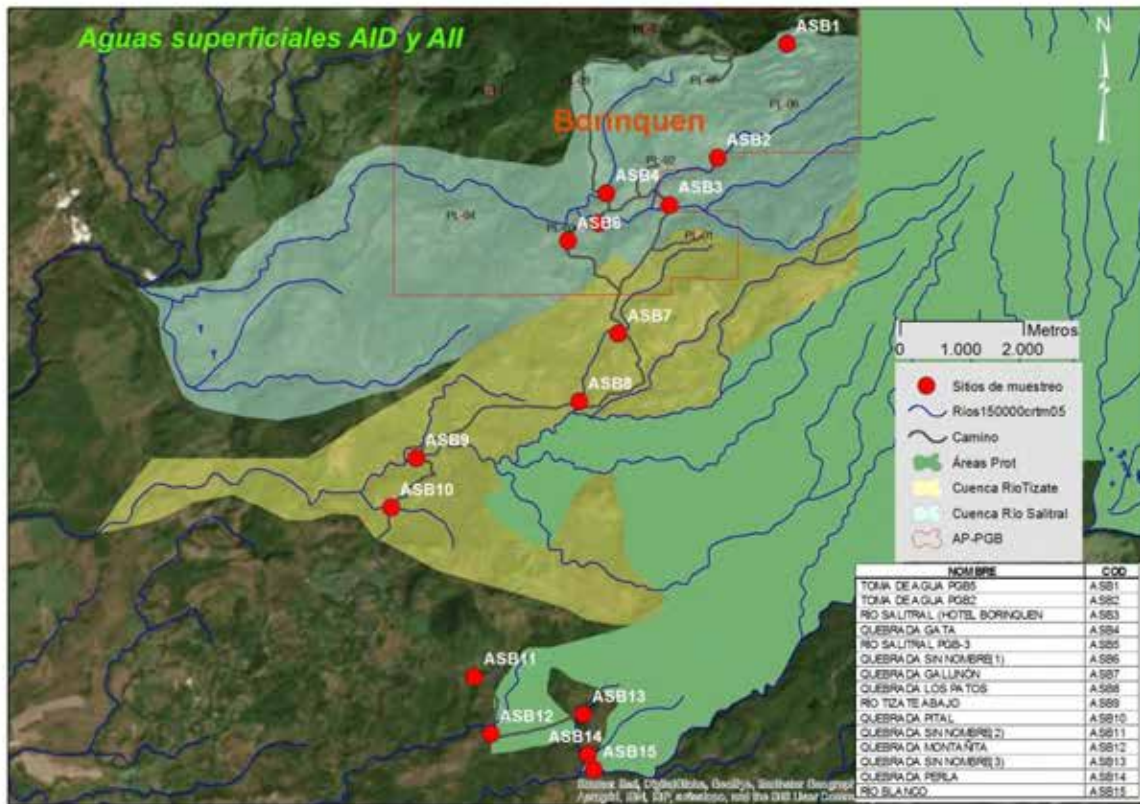
La restauración de coberturas vegetales y el proceso de seguimiento y monitoreo serán contemplados en el Plan de manejo y acondicionamiento final de escombreras, así como en el Plan de restauración ecológica de ecosistemas boscosos, ambos descritos en MBPGB 02.

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

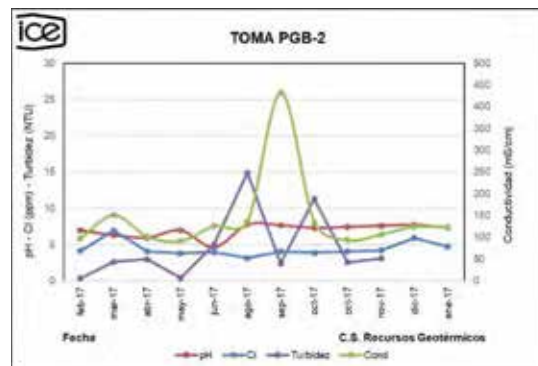
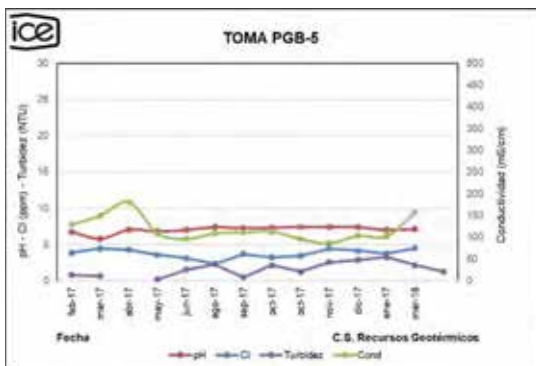
Como medida de control el departamento de Gestión Ambiental y Seguridad Ocupacional del Centro de Servicio de Recursos Geotérmicos (GSO-CSR) ha diseñado un sistema de monitoreo de aguas superficiales en 15 diferentes ríos y quebradas (Figura 58) de los cuales actualmente se realiza el monitoreo de 11, ya que cuatro de ellos (Quebrada sin nombre<sup>1</sup>, El cedro, Montañita y La Perla) son causas de escorrentía intermitentes. Los sitios seleccionados se ven afectados indirectamente por actividades constructivas o por rutas de acceso al P.G Borinquen I y una variable que se considera afectada directamente por el arrastre de sedimentos y que es de fácil monitoreo es la turbidez, razón por la cual se monitorea mensualmente dicho valor.

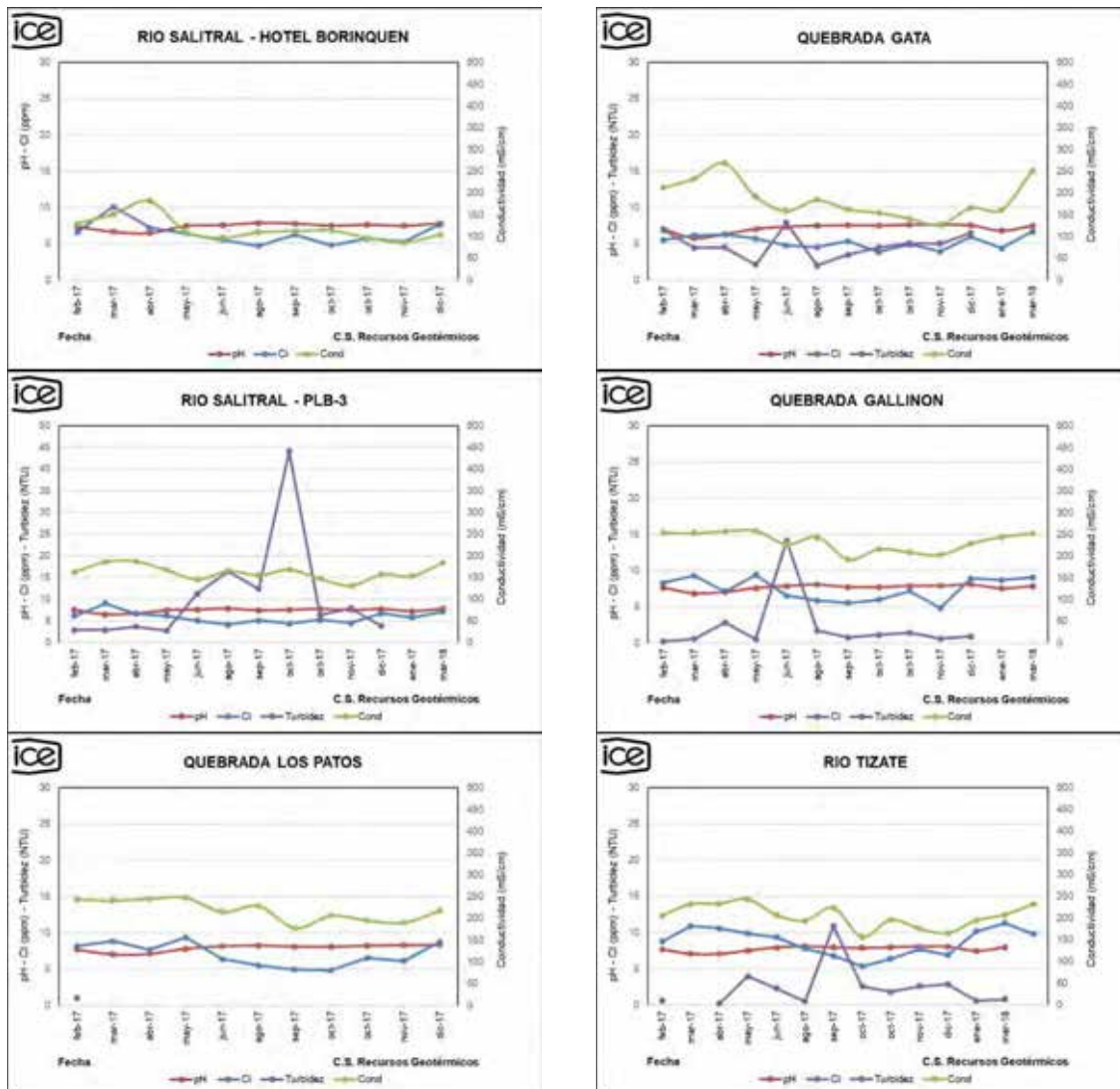
Para tener una imagen más gráfica sobre el comportamiento de la turbidez en los ríos y quebradas muestreadas se grafican los valores obtenidos durante los muestreos del actual período (Figura 59), las gráficas muestran un comportamiento

contrario al periodo anterior donde la turbidez mostro un aumento por los periodos de lluvias fuertes, se normaliza por el largo periodo de época seca.



**Figura 58.** Puntos de muestreo de aguas superficiales en AP y AII del PG Borinquen.





**Figura 59.** Graficas de valore de turbidez (línea morada) obtenidos durante muestreos de campo en AP y All, PG Borinquen.

### Monitoreo para Calidad de agua.

Se establecieron 14 sitios para el monitoreo de calidad de agua (Cuadro 16) en los cuales se toman muestras para realizar análisis físico químicos (DBO y nitrógeno amoniacal, sólidos, nitratos, conductividad, entre otros), datos directos (pH, temperatura y oxígeno disuelto) y se realizan monitoreos de fauna acuática (peces y macroinvertebrados) como bioindicadores de calidad de cuerpos de agua superficiales. Los sitios seleccionados están asociados a los accesos a sitios de obras constructivas y accesos a los frentes de obra (Figura 60).



**Cuadro 16.** Sitios para el monitoreo de calidad de agua en el Proyecto Geotérmico Borinquen.

| <b>Sitios para monitoreo de calidad de agua. PG Borinquen</b> |                              |                     |                     |               |
|---|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Punto</b>  | <b>Sitio</b>                 | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Altura</b> |
| CA01  | Río Tizate arriba            | 341760              | 1191557             | 283           |
| CA02  | Río Tizate abajo             | 341579              | 1191546             | 273           |
| CA03  | Qb. Salitral arriba          | 344592              | 1195318             | 521           |
| CA04  | Qb. Salitral abajo           | 344221              | 1195506             | 484           |
| CA05  | Qb. Gata arriba              | 344723              | 1195886             | 544           |
| CA06  | Qb. Gata abajo               | 344673              | 1195841             | 540           |
| CA07  | Qb. Sin agua arriba          | 344632              | 1195885             | 550           |
| CA08  | Qb. Sin agua abajo           | 344680              | 1196000             | 528           |
| CA09  | Toma de agua PGB 2           | 346701              | 1196705             | 750           |
| CA10  | Toma de agua PGB 5           | 347614              | 1198201             | 996           |
| CA11  | Qb. Salitral Hotel Borinquen | 345716              | 1195612             | 600           |
| CA12  | Qb. Tencha                   | 344054              | 1195086             | 494           |
| CA13  | Qb. Los Patos                | 344267              | 1192500             | 418           |
| CA14  | Qb. Gallinón                 | 344889              | 1193559             | 535           |

Para el periodo actual, se realizó un monitoreo en mayo en los sitios mencionados anteriormente exceptuando Qb. Tencha, Qb. Sin agua arriba y Qb. Sin agua abajo, el seguimiento en cada uno de estos sitios es trimestral.



**Figura 60.** Sitios para el monitoreo de calidad de agua, Qb. Los Patos y Río Tizate abajo. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018.

### Parámetros fisicoquímicos

Como parte de las variables físico químicas de calidad de agua se realizaron mediciones directas del pH y temperatura usando el pH-metro EcoSense pH 100A,



así mismo se estimó el oxígeno disuelto empleando el medidor de oxígeno disuelto HANNA HI 9146. Las mediciones se realizan de manera trimestral y se ilustran en la Figura 61.

En esta ocasión, debido a un fallo en los equipos de medición se utilizó un medidor multiparámetros para registrar los datos de campo.



**Figura 61.** Mediciones directas de parámetros físico químicos para calidad de cuerpos de agua. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018.

Las muestras de agua para análisis de DBO y Nitrógeno amoniacal son tomadas en el campo, refrigeradas y enviadas al Laboratorio Químico del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) para su posterior análisis. A partir de los resultados de nitrógeno amoniacal, DBO y las mediciones de oxígeno disuelto, es posible aplicar el Índice Holandés de Valoración de Calidad Físico Química del agua para cuerpos de agua superficiales, tal y como lo solicita la legislación.

El Índice Holandés 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.

### **Macroinvertebrados acuáticos**

Las muestras se toman bajo el método de recolecta directa, semicuantitativa, que consiste en recolectar los organismos directamente en el campo desde el sustrato, el cual se remueve con la ayuda de un colador.

Se deben tomar en cuenta los diferentes microhábitats presentes (distintos sustratos, condiciones de corriente, rocas, raíces, etc.). Los especímenes son preservados en el campo, en alcohol al 75% para su posterior identificación en el laboratorio mediante estereoscopio, empleando las claves respectivas (Roldán 1996, Merritt & Cummins 1996, Springer y Hanson, en prep.). El material será depositado en la colección de Entomología Acuática del Museo de Zoología, Universidad de Costa Rica, tal como lo indica la ley.

### **Ictiofauna**

El monitoreo de peces lo realizan tres personas, se utiliza equipo de electro-pesca marca SAMUS, modelo 725MS, con trajes adecuados para el muestreo. Se realizan cinco períodos de descarga eléctrica por sitio de muestreo, aproximadamente 10 m de lecho del cuerpo de agua por período de descarga, tratando abarcar la mayoría de hábitats disponibles en el cuerpo de agua en ese momento (Figura 62).

Es importante mencionar que el uso del traje especial para electropesca se utiliza en aquellos sitios donde el nivel del agua sobrepase el calzado.



**Figura 62.** Monitoreo de peces con técnica de electropesca. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018.

### **Resultados**

El siguiente cuadro (Cuadro 17) muestra los resultados de las mediciones directas y los resultados de laboratorio realizados en mayo 2018. Se observa que el sitio La Tencha no cuenta con mediciones, esto se debe a que las condiciones del cuerpo de agua no permitieron tomar las muestras (Figura 63).



**Figura 63.** Sitio de monitoreo de calidad de agua: La Tencha. Mayo 2018.  
Proyecto Geotérmico Borinquen.

**Cuadro 17.** Resultados de los parámetros directos para calidad de cuerpos de agua. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018.

| Sitio             | Altura<br>msnm | Temperatura<br>(°C) | pH   | Oxígeno<br>disuelto | DBO  | Nitrógeno<br>amoniacoal | % Sat O |
|-------------------|----------------|---------------------|------|---------------------|------|-------------------------|---------|
| Río Tizate arriba | 283            | 26.8                | 7.64 | 7.50                | 3.8  | 0.172                   | 97.07   |
| Río Tizate abajo  | 273            | 26.78               | 7.62 | 7.57                | 2.97 | 0.081                   | 97.84   |
| Salitral arriba   | 521            | 24.64               | 7.58 | 7.77                | 3.04 | 0.119                   | 99.55   |
| Salitral abajo    | 484            | 24.7                | 7.63 | 7.75                | 2.79 | 0.104                   | 98.85   |
| Gata arriba       | 544            | 23.55               | 7.5  | 7.41                | 3.16 | 0.114                   | 93.40   |
| Gata abajo        | 540            | 23.67               | 7.32 | 7.87                | 2.81 | 0.113                   | 99.18   |
| Toma de agua 2    | 750            | 20.69               | 6.93 | 8.09                | 3.26 | 0.107                   | 98.77   |
| Toma de agua 5    | 996            | 19.12               | 6.99 | 7.85                | 3.93 | 0.111                   | 96.02   |
| Salitral Hotel    | 600            | 26.01               | 7.55 | 6.16                | 2.73 | 0.09                    | 97.35   |
| Tencha            | 494            | -                   | -    | -                   | -    | -                       | -       |
| Los Patos         | 418            | 24.97               | 7.4  | 7.28                | 2.9  | 0.091                   | 92.77   |
| Gallinón          | 535            | 24.7                | 7.4  | 7.69                | 2.94 | 0.112                   | 98.78   |

En el siguiente cuadro (Cuadro 18) se muestran los resultados y la interpretación de la calidad del agua al aplicar el Índice Holandés en los sitios de monitoreo, el cual refleja que no existe una diferencia significativa en cuanto al grado de contaminación en los sitios de monitoreo, ya que la diferencia de una clase (azul a verde) son los valores más altos del índice.

Cuatro de los 11 sitios presentan condiciones fisicoquímicas del agua con contaminación incipiente (categoría verde), mientras que siete sitios presentan aguas sin contaminación representados con color azul y que corresponde a la máxima categoría del índice.

**Cuadro 18.** Índice Holandés de cuerpos de agua, PG Borinquen, mayo 2018.

| Nombre            | Índice Holandés |
|-------------------|-----------------|
| Río Tizate arriba | verde           |
| Río Tizate abajo  | azul            |
| Salitral arriba   | azul            |
| Salitral abajo    | azul            |
| Gata arriba       | verde           |
| Gata abajo        | azul            |
| Toma de agua 2    | verde           |
| Toma de agua 5    | verde           |
| Salitral Hotel    | azul            |
| Tencha            |                 |
| Los Patos         | azul            |
| Gallinón          | azul            |

### Macroinvertebrados

En el monitoreo efectuado en mayo del 2018 se recolectó un total de 1756 individuos (Cuadro 19). La identificación taxonómica muestra la presencia de 83 géneros de macroinvertebrados acuáticos distribuidas en un total de 47 familias. La mayor cantidad de individuos recolectados pertenecen al sitio Salitral Hotel donde se obtuvieron 214 individuos, mientras que el sitio Qb. Gallinón aportó la menor cantidad de macroinvertebrados (N= 133 individuos).

Durante el monitoreo no se identificó ningún tipo de alteración en los sitios.

**Cuadro 19.** Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados acuáticos recolectados en el Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018.

| Taxón                | Toma agua 05 | Toma agua 02 | Tizate arriba | Tizate abajo | Salitral hotel | Salitral arriba | Salitral abajo | Qb. Los Patos | Qb. Gallinón | Gata arriba | Gata abajo | Total general |
|----------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|--------------|-------------|------------|---------------|
| <i>Leptonema</i>     | 41           | 27           | 13            | 12           | 45             | 48              | 40             | 11            | 18           | 26          | 39         | 320           |
| <i>Leptohyphes</i>   | 4            | 9            | 21            | 16           | 24             | 18              | 14             | 4             | 8            | 9           | 18         | 145           |
| <i>Anacroneuria</i>  | 17           | 17           | 12            | 7            | 14             | 12              | 17             | 10            | 13           | 11          | 12         | 142           |
| <i>Macrelmis</i>     |              | 4            | 8             | 8            | 5              | 7               | 5              | 8             | 3            | 19          | 20         | 87            |
| <i>Chimarra</i>      |              | 2            | 7             | 2            | 1              | 8               | 15             | 21            | 11           |             |            | 67            |
| <i>Smicridea</i>     |              | 4            | 24            | 24           |                |                 |                | 1             | 4            | 2           | 4          | 63            |
| <i>Moribaetis</i>    |              | 5            |               |              | 19             | 11              | 14             | 2             |              | 4           | 7          | 62            |
| <i>Tetraglossa</i>   | 14           | 6            | 3             | 5            | 2              | 3               | 2              | 1             | 4            | 14          | 7          | 61            |
| <i>Thraulodes</i>    |              |              |               |              | 10             | 6               | 10             | 9             | 7            | 12          | 6          | 60            |
| <i>Tricorythodes</i> | 13           | 7            | 10            | 7            | 4              | 3               |                | 2             | 3            | 2           |            | 51            |
| <i>Brechmorhoga</i>  | 1            | 6            | 2             | 1            | 10             | 7               | 9              | 1             | 5            | 2           | 2          | 46            |
| <i>Corydalis</i>     | 2            | 3            | 1             |              | 2              | 5               | 2              | 7             | 8            | 6           | 7          | 43            |
| <i>Hexatoma</i>      | 1            | 10           |               |              | 7              | 5               | 4              | 2             | 4            | 1           | 1          | 35            |
| <i>Nectopsyche</i>   | 4            |              |               |              | 4              | 7               | 3              | 5             | 2            | 2           | 2          | 29            |
| <i>Hetaerina</i>     |              | 1            | 11            | 2            | 4              |                 |                |               | 1            | 8           | 2          | 29            |
| <i>Belostoma</i>     | 2            | 2            | 2             | 1            | 10             | 2               | 6              |               | 1            |             | 3          | 29            |
| <i>Chironominae</i>  | 13           | 3            |               | 2            | 4              | 1               |                | 2             | 1            | 2           |            | 28            |
| <i>Simulium</i>      |              |              | 2             | 1            |                | 1               |                | 1             | 4            | 3           | 14         | 26            |
| <i>Argia</i>         |              |              | 1             | 1            |                |                 |                | 16            | 2            | 4           | 2          | 26            |
| <i>Rhagovelia</i>    | 4            | 1            |               | 3            | 5              | 2               | 5              | 2             |              |             | 1          | 23            |
| <i>Xiphocentron</i>  |              |              | 1             | 5            | 2              | 1               | 3              | 1             | 3            | 3           | 3          | 22            |
| <i>Palaemnema</i>    |              | 1            |               | 5            |                | 1               | 1              | 5             | 6            | 1           | 1          | 21            |
| <i>Phylloicus</i>    | 1            |              |               |              | 8              | 1               | 2              | 2             |              | 3           | 3          | 20            |

| Taxón                 | Toma agua<br>05 | Toma agua<br>02 | Tizate<br>arriba | Tizate<br>abajo | Salitral hotel | Salitral arriba | Salitral abajo | Qb. Los Patos | Qb. Gallinón | Gata arriba | Gata<br>abajo | Total<br>general |
|-----------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|--------------|-------------|---------------|------------------|
| <i>Heterelmis</i>     |                 | 1               |                  | 1               | 3              | 2               | 3              |               |              | 5           | 3             | 18               |
| <i>Gyretes</i>        | 5               |                 |                  |                 |                |                 |                |               |              | 6           | 6             | 17               |
| <i>Limnocois</i>      | 5               | 1               | 10               |                 |                |                 | 1              |               |              |             |               | 17               |
| <i>Helichus</i>       |                 | 1               | 1                |                 | 2              | 2               | 3              |               |              | 3           | 3             | 15               |
| <i>Farrodes</i>       | 1               | 2               |                  |                 | 1              |                 | 1              | 4             | 5            |             |               | 14               |
| <i>Baetodes</i>       |                 |                 |                  | 2               | 2              | 5               | 2              | 1             | 1            |             | 1             | 14               |
| <i>Planariidae</i>    | 2               | 3               |                  |                 | 1              |                 |                |               |              | 3           | 4             | 13               |
| <i>Epigomphus</i>     | 1               |                 |                  | 5               |                |                 |                | 7             |              |             |               | 13               |
| <i>Mayobaetis</i>     |                 | 1               |                  |                 | 2              |                 | 3              | 1             | 3            | 2           | 1             | 13               |
| <i>Cryphocricos</i>   |                 | 8               | 1                | 2               |                |                 |                |               |              |             | 1             | 12               |
| <i>Tanypodinae</i>    |                 | 1               | 2                |                 | 3              |                 | 1              | 1             | 3            |             |               | 11               |
| <i>Indet1</i>         |                 |                 |                  | 11              |                |                 |                |               |              |             |               | 11               |
| <i>Americabaetis</i>  |                 |                 | 3                |                 | 2              |                 | 1              | 3             |              | 1           |               | 10               |
| <i>Erpetogomphus</i>  |                 |                 |                  | 3               |                |                 |                | 1             | 6            |             |               | 10               |
| <i>Camelobaetidiu</i> |                 | 1               | 1                | 1               | 3              | 1               | 1              |               |              | 1           |               | 9                |
| <i>Progomphus</i>     |                 |                 | 2                | 3               |                |                 |                | 1             | 2            | 1           |               | 9                |
| <i>Atopsyche</i>      |                 |                 |                  | 2               | 5              | 1               |                |               |              |             |               | 8                |
| <i>Polycentropus</i>  | 1               | 2               |                  |                 | 1              |                 |                |               |              | 1           | 1             | 6                |
| <i>Limonia</i>        | 1               |                 |                  | 3               | 1              |                 | 1              |               |              |             |               | 6                |
| <i>Disersus</i>       | 1               | 4               |                  |                 |                |                 |                |               |              | 1           |               | 6                |
| <i>Ambrysus</i>       |                 | 1               |                  | 1               |                | 1               | 1              |               |              | 2           |               | 6                |
| <i>Euthyplocia</i>    | 2               | 2               |                  | 1               |                |                 |                | 1             |              |             |               | 6                |
| <i>Parapoynx</i>      | 1               |                 | 3                |                 |                |                 | 1              |               |              |             |               | 5                |
| <i>Molophilus</i>     |                 |                 |                  |                 | 3              |                 | 2              |               |              |             |               | 5                |
| <i>Blaberidae</i>     | 3               |                 |                  |                 |                | 1               |                |               |              |             | 1             | 5                |
| <i>Dicranops</i>      | 4               | 1               |                  |                 |                |                 |                |               |              |             |               | 5                |



| Taxón                     | Toma agua<br>05 | Toma agua<br>02 | Tizate<br>arriba | Tizate<br>abajo | Salitral hotel | Salitral arriba | Salitral abajo | Qb. Los Patos | Qb. Gallinón | Gata arriba | Gata<br>abajo | Total<br>general |
|---------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|--------------|-------------|---------------|------------------|
| <i>Perigomphus</i>        |                 |                 |                  | 4               |                |                 |                |               |              |             |               | 4                |
| <i>Helicopsyche</i>       |                 | 3               | 1                |                 |                |                 |                |               |              |             |               | 4                |
| <i>Tikuna</i>             |                 |                 |                  |                 |                |                 | 4              |               |              |             |               | 4                |
| <i>Scirtes</i>            |                 |                 |                  |                 |                |                 | 2              | 1             |              |             | 1             | 4                |
| <i>Phanocerus</i>         |                 |                 |                  | 1               |                |                 |                |               | 3            |             |               | 4                |
| <i>Odontomyia</i>         |                 |                 |                  |                 | 3              |                 |                |               | 1            |             |               | 4                |
| <i>Petrophila</i>         |                 |                 | 4                |                 |                |                 |                |               |              |             |               | 4                |
| <i>Pseudothelphusidae</i> |                 |                 |                  |                 |                |                 | 1              |               | 1            |             | 1             | 3                |
| <i>Dytiscidae</i>         | 2               |                 |                  |                 |                |                 | 1              |               |              |             |               | 3                |
| <i>Hemerodromia</i>       |                 |                 |                  |                 | 1              |                 | 1              |               |              |             |               | 2                |
| <i>Oecetis</i>            |                 |                 |                  | 1               |                |                 |                | 1             |              |             |               | 2                |
| <i>Polyplectropus</i>     |                 |                 |                  |                 |                |                 |                |               |              | 1           | 1             | 2                |
| <i>Tabanus</i>            |                 |                 |                  |                 |                |                 | 2              |               |              |             |               | 2                |
| <i>Libellulidae</i>       |                 |                 |                  |                 |                | 1               | 1              |               |              |             |               | 2                |
| <i>Traverella</i>         |                 |                 | 2                |                 |                |                 |                |               |              |             |               | 2                |
| <i>Traverhypes</i>        |                 | 2               |                  |                 |                |                 |                |               |              |             |               | 2                |
| <i>Psephenus</i>          |                 |                 |                  | 1               |                |                 |                |               |              |             |               | 1                |
| <i>Orthoclaadiinae</i>    |                 |                 |                  |                 |                |                 |                | 1             |              |             |               | 1                |
| <i>Gyrinidae</i>          |                 |                 |                  |                 |                |                 |                |               |              | 1           |               | 1                |
| <i>Marilia</i>            |                 |                 |                  |                 |                | 1               |                |               |              |             |               | 1                |
| <i>Indet</i>              |                 |                 |                  |                 |                |                 |                |               |              |             | 1             | 1                |
| <i>Tubifex</i>            |                 |                 |                  |                 |                |                 | 1              |               |              |             |               | 1                |
| <i>Wormaldia</i>          |                 |                 |                  |                 |                |                 |                | 1             |              |             |               | 1                |
| <i>Pelocoris</i>          |                 |                 |                  |                 | 1              |                 |                |               |              |             |               | 1                |
| <i>Asioplax</i>           |                 |                 |                  |                 |                |                 |                | 1             |              |             |               | 1                |
| <i>Notonecta</i>          | 1               |                 |                  |                 |                |                 |                |               |              |             |               | 1                |

| Taxón                | Toma agua<br>05 | Toma agua<br>02 | Tizate<br>arriba | Tizate<br>abajo | Salitral hotel | Salitral arriba | Salitral abajo | Qb. Los Patos | Qb. Gallinón | Gata arriba | Gata<br>abajo | Total<br>general |
|----------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|--------------|-------------|---------------|------------------|
| <i>Elasmothemis</i>  |                 |                 | 1                |                 |                |                 |                |               |              |             |               | 1                |
| <i>Austrolimnius</i> |                 |                 |                  |                 |                | 1               |                |               |              |             |               | 1                |
| <i>Maccaffertium</i> |                 |                 |                  | 1               |                |                 |                |               |              |             |               | 1                |
| <i>Chloronia</i>     |                 |                 |                  |                 |                |                 |                | 1             |              |             |               | 1                |
| <i>Isopoda</i>       | 1               |                 |                  |                 |                |                 |                |               |              |             |               | 1                |
| <i>Tabanidae</i>     |                 |                 |                  | 1               |                |                 |                |               |              |             |               | 1                |
| <i>Gerridae</i>      |                 |                 |                  | 1               |                |                 |                |               |              |             |               | 1                |
| <i>Hydrosmilodon</i> |                 |                 |                  | 1               |                |                 |                |               |              |             |               | 1                |
| <b>Total general</b> | <b>148</b>      | <b>142</b>      | <b>149</b>       | <b>148</b>      | <b>214</b>     | <b>165</b>      | <b>186</b>     | <b>139</b>    | <b>133</b>   | <b>162</b>  | <b>179</b>    | <b>1765</b>      |

El taxón con mayor cantidad de especímenes recolectados fue el género *Leptonema* con 320 individuos recolectados, seguido por *Leptohyphes* con 145 individuos,

El género *Leptonema* se caracteriza por presentar especies de gran tamaño comparado con otras especies de la familia Hydropsychidae. Las larvas habitan desde ríos grandes hasta pequeños riachuelos, algunas especies se caracterizan por presentar un notable “cepillo” de pelos en cada propata anal Figura 64.



**Figura 64.** Larva de *Leptonema* género más común en monitoreo de mayo del 2018. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Por otra parte, *Leptohyphes* es un género perteneciente a la familia Leptohyphidae, de esta familia en Costa Rica se conocen nueve géneros y en algunos sitios de nuestro país *Leptohyphes* es extremadamente abundante y miles de subimagoes pueden venir a la luz en una sola noche. Las ninfas de esta familia viven entre las piedras, hojarasca sumergida como estrategia de protección en cuerpos de agua con fuertes corrientes (Figura 65).



**Figura 65.** Ninfas de *Leptohyphes*, segundo género común en monitoreo de mayo 2018. Proyecto Geotérmico Borinquen.

Al aplicar el índice BMWP-CR (Cuadro 20) según el “Reglamento para la clasificación y la evaluación de calidad de cuerpos de aguas superficiales” se obtiene que en el monitoreo realizado en mayo del 2018, 10 sitios presentan la valoración “Aguas de calidad excelente” y un sitio con “Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible”. Se observa que el sitio La Tencha no cuenta con valoración, esto debido a que no se pudo realizar el muestreo.

**Cuadro 20.** Valores obtenidos de Índice BMWP-CR. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018.

| Sitios          | BMWP- CR | Calidad de agua  |
|-----------------|----------|--|
| Tizate arriba   | 113      | Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible. |
| Tizate abajo    | 149      | Aguas de calidad excelente.  |
| Salitral arriba | 141      | Aguas de calidad excelente.  |
| Salitral abajo  | 140      | Aguas de calidad excelente.  |
| Gata arriba     | 134      | Aguas de calidad excelente.  |
| Gata abajo      | 148      | Aguas de calidad excelente.  |
| Toma agua 02    | 122      | Aguas de calidad excelente.  |
| Toma agua 05    | 146      | Aguas de calidad excelente.  |
| Salitral Hotel  | 136      | Aguas de calidad excelente.  |

|              |     |                             |
|--------------|-----|-----------------------------|
| Qb Tencha    |     | No se efectuó monitoreo     |
| Qb Los Patos | 123 | Aguas de calidad excelente. |
| Qb Gallinón  | 124 | Aguas de calidad excelente. |

En el Cuadro 21 se observa una comparación de los resultados de los tres índices calculados para determinar la calidad de las aguas superficiales (el Índice Holandés físico químico, el Índice biológico BMWP-CR y el ICA) en el monitoreo de mayo del 2018.

Los tres índices reflejan que los datos son similares en la mayoría de los sitios, las únicas diferencias se reflejan en el Índice Holandés donde se presentan variaciones de una única clase (azul-verde). En general, los sitios de monitoreo presentan condiciones óptimas fisicoquímicas y biológica para la presencia y subsistencia de fauna acuática.

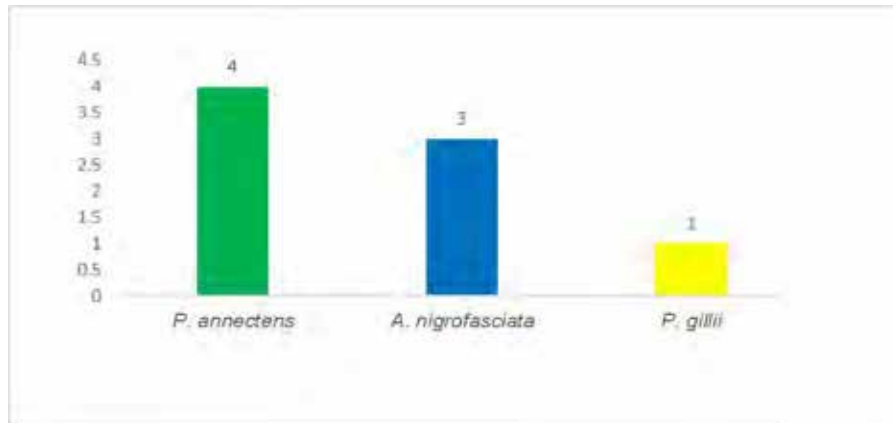
**Cuadro 21.** Comparación del Índice Físico-químico Holandés, Índice Biológico BMWP-CR e ICA. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018.

| Sitio             | Índice Holandés         | BMWP-CR | ICA |
|-------------------|-------------------------|---------|-----|
| Río Tizate arriba | verde                   | 113     | 85  |
| Río Tizate abajo  | azul                    | 149     | 86  |
| Salitralarriba    | azul                    | 141     | 86  |
| Salitralabajo     | azul                    | 140     | 87  |
| Gataarriba        | verde                   | 134     | 84  |
| Gataabajo         | azul                    | 148     | 85  |
| Toma de agua 2    | verde                   | 122     | 88  |
| Toma de agua 5    | verde                   | 146     | 85  |
| Salitral Hotel    | azul                    | 136     | 87  |
| Tencha            | No se efectuó monitoreo |         |     |
| Los Patos         | azul                    | 123     | 86  |
| Gallinón          | azul                    | 124     | 86  |

## Peces

Los resultados corresponden al monitoreo efectuado en mayo en el cual se lograron capturar ocho individuos pertenecientes a tres especies de peces (Figura 66). Únicamente los sitios Qb. Gata abajo, Qb. Gallinón y Tizate arriba registraron la presencia de peces durante el muestreo de campo.

La especie más abundante fue *Priapichthys annectens* con un total de cuatro individuos, seguida por el cíclido *Amatitlania nigrofasciata* con tres individuos y por último *Poecilia gillii* con un único registro.



**Figura 66.** Cantidad de individuos por especies de peces identificadas en monitoreo de mayo 2018. Proyecto Geotérmico Borinquen.

La especie *P. annectens* es endémica de Costa Rica y habita corrientes de poca a alta velocidad. Su alimentación está compuesta por insectos acuáticos y terrestres (Figura 67).



**Figura 67.** Registro de la olomina (*P. annectens*) recolectada en Gata abajo, Proyecto Geotérmico Borinquen.

### **Línea base: Construcción del puente del Río Tizate**

A continuación, se muestran los resultados fisicoquímicos del monitoreo de Línea Base efectuado antes y después de la construcción del puente sobre el río Tizate.



Además, durante la construcción se hicieron visitas al sitio para inspeccionar las labores constructivas relacionadas con algún posible daño ambiental.

El monitoreo estuvo conformado por seis muestreos aguas abajo del sitio de construcción y cuatro muestreos aguas arriba. A partir del 2018 los muestreos de ambos sitios se realizarán trimestralmente y sus resultados serán presentados como el resto de los sitios de monitoreo.



**Figura 68.** Recolecta de muestras de agua en Tizate abajo para el monitoreo de Línea Base construcción del puente Tizate, marzo 2018.

| Fecha  | Sitio             | Altura<br>msnm | Temperatura<br>(°C) | pH   | Oxígeno<br>disuelto | DBO  | Nitrógeno<br>amoniacoal | % Sat O |
|--------|-------------------|----------------|---------------------|------|---------------------|------|-------------------------|---------|
| may-16 | Río Tizate arriba | 283            | 24.1                | 8.21 | 7.25                | 0.28 | <0.01                   | 89.37   |
| may-16 | Río Tizate abajo  | 273            | 27.8                | 8.31 | 7.48                | 0.33 | <0.01                   | 98.40   |
| sep-16 | Río Tizate arriba | 283            | 26.3                | 8.08 | 8.65                | <1.3 | <0.030                  | 110.98  |
| sep-16 | Río Tizate abajo  | 273            | 25.5                | 7.96 | 8.77                | <1.3 | <0.030                  | 110.86  |
| nov-17 | Río Tizate abajo  | 273            | 25.87               | 5.44 | 6.87                | 0.79 | <0,005                  | 87.48   |
| feb-18 | Río Tizate abajo  | 273            | 24.6                | 5.37 | 2.89                | 1.02 | 0.2                     | 35.92   |
| mar-18 | Río Tizate arriba | 283            | 24.8                | 8.6  | 7.56                | 3.26 | 0.26                    | 94.42   |
| mar-18 | Río Tizate abajo  | 273            | 25                  | 8.88 | 7.2                 | 2.96 | 0.23                    | 90.13   |
| may-18 | Río Tizate arriba | 283            | 26.8                | 7.64 | 7.50                | 3.8  | 0.172                   | 97.07   |
| may-18 | Río Tizate abajo  | 273            | 26.78               | 7.62 | 7.57                | 2.97 | 0.081                   | 97.84   |

En el siguiente cuadro (Cuadro 22) se muestran los resultados y la interpretación de la calidad del agua al aplicar el Índice Holandés en ambos puntos de monitoreo, el cual refleja que no existe una variación importante en los resultados.

Los únicos registros de agua sin contaminación (color azul) se han presentado en el punto Aguas abajo, pero la mayoría de los casos se obtiene en ambos sitios condiciones fisicoquímicas del agua con contaminación incipiente (categoría verde). Se considera importante aclarar que el equipo utilizado para las mediciones de campo en febrero generó valores muy distintos a los registrados en monitoreos anteriores, es por eso que se presume que los datos contienen un margen de error que esté alterando el índice.

**Cuadro 22.** Valores obtenidos de análisis físico-químico para calidad de cuerpos de agua. Línea base Puente Tizate Proyecto Geotérmico Borinquen.

| <b>Fecha</b> | <b>Nombre</b>     | <b>Índice Holandés</b> |
|--------------|-------------------|------------------------|
| may-16       | Río Tizate arriba | verde                  |
| may-16       | Río Tizate abajo  | azul                   |
| sep-16       | Río Tizate arriba | verde                  |
| sep-16       | Río Tizate abajo  | verde                  |
| nov-17       | Río Tizate abajo  | verde                  |
| feb-18       | Río Tizate abajo  | verde                  |
| mar-18       | Río Tizate arriba | verde                  |
| mar-18       | Río Tizate abajo  | azul                   |
| may-18       | Río Tizate arriba | verde                  |
| may-18       | Río Tizate abajo  | azul                   |

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

Como medida de control para determinar una posible contaminación por hidrocarburos GASO-CSRGR ha programado un sistema de monitoreo de grasas y aceites, así como sustancias activas al azul de metileno en 7 puntos donde los caminos y zonas de obras interactúan con ríos y quebradas dentro de AP, dichos muestreos se realizan semestralmente dando inicio desde mes de mayo del 2016.

Actualmente se tramita la compra del servicio de laboratorios externos para el primer semestre del 2017, e incluye análisis de sustancias activas al azul de metileno, grasas y aceites.

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

#### **Medida MBPGB 06. Restauración de cobertura vegetal.**

La restauración de coberturas vegetales y el proceso de seguimiento y monitoreo serán contemplados en el Plan de manejo y acondicionamiento final de escombreras, así como en el Plan de restauración ecológica de ecosistemas boscosos, ambos descritos en MBPGB 02.

Durante el presente periodo no se plantaron árboles.

#### **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 algún individuo 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, los recorridos son diurnos y nocturnos con una duración de aproximadamente tres horas. Por razones de seguridad se decidió no utilizar cámaras trampa en el Transecto 2.

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 m hacia cada lado. Los mamíferos que se registren en el área por métodos directos o indirectos fuera de los 30 m del transecto, se tomarán en cuenta como fauna presente en el sitio, pero no formarán parte del análisis de datos.

Para el monitoreo de fauna silvestre, se cuenta con cuatro transectos (Figura 69), los cuales están asociados a los áreas de influencia de las principales obras del Proyecto.



**Figura 69.** Transectos para el monitoreo de fauna silvestre. Proyecto Geotérmico Borinquen.

## Resultados

Se realizaron cuatro monitoreos que involucran al PGB03, PGB05 y PGB09 tanto diurnos como nocturnos.

Por otra parte, se efectuaron tres monitoreos del PGB02 y no cuatro como en los otros sitios ya que por asuntos de logística a partir de julio 2018 no se utilizará dicho transecto para el monitoreo de fauna silvestre (Figura 70).



**Figura 70.** Recorridos nocturnos para la búsqueda de mamíferos. Proyecto Geotérmico Borinquen, junio 2018.

Los transectos poseen coberturas en su mayoría de bosque ribereño asociado a las quebradas: Para el caso del PGB03 una de ellas la quebrada Salitral y la otra quebrada La Tencha. Para el caso del PGB02, la quebrada Perdida y para el PGB05 la quebrada Bolitoglossa. Además, cuentan con tramos de potreros y bosque secundario, lo que los convierte en sitios de monitoreo con distintos hábitats.

Se registró un total de 80 individuos de 13 especies pertenecientes a 9 familias. En los recorridos fue posible identificar las especies tanto por observación directa y rastros, en este último caso, se identificaron huellas de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

De las 13 especies identificadas las dos más abundantes corresponden a animales gregarios, por lo tanto, es de esperar que su avistamiento esté conformado por más de un individuo. Para el caso del mono araña (*Ateles geoffroyi*) se reportan 39 avistamientos, seguido por otra especie de primates el mono cara blanca (*Cebus imitator*) con 22 individuos (Figura 71).



**Figura 71.** Registro de mono araña (*A. geoffroyi*) y monos carablanca (*C. imitator*) durante monitoreo diurno. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo y julio 2018.

En cuanto al estado de conservación de las especies, el mono carablanca (*C. imitator*) es una de las cuatro que se encuentran en nuestro país, son altamente frugívoros e insectívoros, se le encuentra principalmente en bosques secos, bosques húmedos, bosques riparios, manglares y bosques secundarios maduros. Algunas de las amenazas que presenta esta especie son la pérdida de hábitat natural por cultivos de frutales y musáceas, el tendido eléctrico y plantaciones de palma aceitera y de melina.

Esta especie no está incluida en el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES). La Ley de Conservación y de Vida Silvestre N° 7317 la considera como una especie de fauna con población reducida o amenazada.

El mono araña es otra de las tres especies de monos que se han identificado durante los monitoreos. Los monos araña son altamente frugívoros y se alimentan en gran medida de las partes maduras, suaves de una amplia variedad de frutas, que comprenden el 83% de su dieta.

En nuestro país tanto el mono araña como el mono congo (que también se registró en el periodo) están considerados en peligro de extinción y 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. 26435-MINAE. Asimismo, están incluidas en el Apéndice I del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).

Se registra por primera vez el zorrí *Marmosa mexicana* (

Figura 72). Este marsupial se puede encontrar en una variedad de hábitats, desde el bosque seco hasta el bosque en tierras altas, incluyendo charrales, manglares y

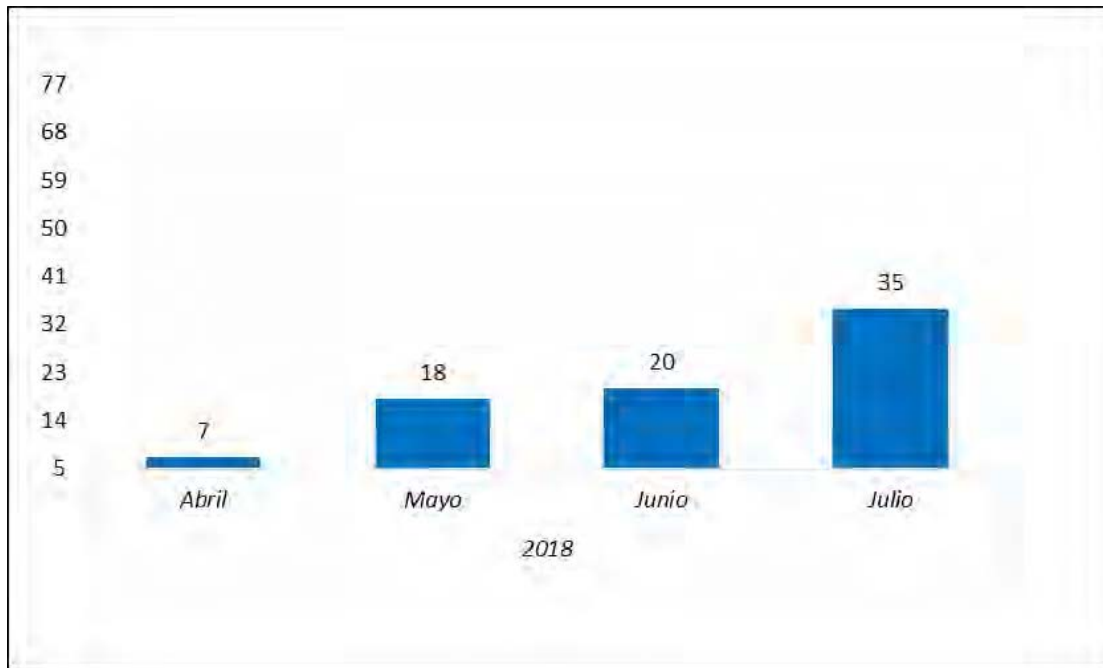


bosques secundarios. Es activo mayormente en la noche y es principalmente arbóreo (sotobosque, subdosel y dosel, 30m aprox). Su alimentación consta principalmente de insectos y frutas, pero ocasionalmente puede alimentarse de pequeños roedores, lagartijas, aves y sus huevos, curiosamente se ha registrado alimentándose de las flores de una palmera (*Calyptrogyne ghiesbreghtiana*, Arecaceae) en Costa Rica, por lo tanto, también actúa como polinizador.



**Figura 72.** Primer registro de Zorricí (*M. mexicana*). Proyecto Geotérmico Borinquen, julio 2018.

En la siguiente figura (Figura 73) se presentan los datos de mamíferos mediante recorridos nocturnos y diurnos en cada mes del periodo correspondiente al presente informe. Se puede apreciar claramente un incremento en el número de individuos. En julio se observaron tropas numerosas de mono araña lo cual aportó un alto número de individuos.



**Figura 73.** Registro de la cantidad de mamíferos durante el 2018. Proyecto Geotérmico Borinquen.

- 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 pueden ser conocidos con otra metodología, tales como la actividad que realizaba el animal al ser fotografiado.

Se colocaron dos cámaras trampa marca Bushnell Trophy Cam HD Aggressor en cada transecto exceptuando el T2, cada una con tarjeta de memoria 8GB Micro-SD con adaptador flash y cuatro pares de baterías alcalinas, estas se instalan en sitios donde se encuentren rastros de mamíferos, ya sea en los transectos y/o cerca de los sitios de obra.

Las cámaras se programaron para que trabajen las 24 horas del día durante 15 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 una cadena de 1.5 m de largo. Los dispositivos se colocaron en los troncos de los árboles a una altura de 30 cm del suelo y se fijaron

con la cadena. La altura de instalación puede variar dependiendo del objetivo a capturar (Figura 74).



**Figura 74.** Colocación de cámaras trampa para el monitoreo de mamíferos.  
Proyecto Geotérmico Borinquen, junio 2018.

### Resultados

Los resultados presentados en este informe no incluyen los datos de julio ya que las cámaras trampa no han sido retiradas del sitio de monitoreo. Por otra parte, a partir de junio se incluyó un sitio de monitoreo (PGB09) del cual no se tenían registros de cámaras trampas, únicamente por recorridos.

A la fecha se cuenta con la identificación de 16 especies de mamíferos pertenecientes a 15 familias. Es importante mencionar que en este periodo se registran por primera vez dos especies, una de ellas en abril mono carablanca (*C. imitator*) y otra especie de talla grande en mayo y en junio se registra la Danta (*Tapirus bairdii*) en dos transectos diferentes (Figura 75).



**Figura 75.** Primer registro de mono carablanca y danta en monitoreo con cámaras trampa. Proyecto Geotérmico Borinquen, 2018.

En lo que respecta al estado de conservación de la danta, en nuestro país está considerada como especie en peligro de extinción y está protegida y regulada por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 32633-MINAE y Globalmente está catalogada por la UICN como especie de preocupación menor.

Asimismo, se tienen identificadas otras especies importantes correspondientes a mamíferos de talla grande cuyo estado de conservación en nuestro país es preocupante y requieren atención en cuanto a la presencia en el Área del Proyecto. En este periodo se registran dos especies de felinos, puma (*Puma concolor*) y manigordo (*Leopardus pardalis*) (Figura 76).



**Figura 76.** Registro de Manigordo (*L. pardalis*) mediante monitoreo con cámaras trampa. Proyecto Geotérmico Borinquen, junio 2018.

El manigordo es una especie de felino de tamaño mediano, más pequeño que el puma y se alimenta de mamíferos pequeños, aves y culebras. Entre ellos, el zorro pelón (*Didelphis marsupialis*), la guatusa (*Dasypus punctata*), el ratón de monte (*Tylomys watsoni*), la martilla (*Potos flavus*), la pava granadera (*Penelope purpurecens*).

En lo que respecta a su estado de conservación, en nuestro país está considerada como especie con poblaciones en peligro de extinción y está protegida y regulada por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del

Ambiente No. 7554 y el decreto No. 32633-MINAE y Globalmente está catalogada por la UICN como especie de preocupación menor (LC).

Algunas de las amenazas que enfrenta esta especie (al igual que el resto de felinos) son la pérdida y fragmentación de hábitat, caza furtiva, comercio ilegal de mascotas y pieles y la matanza en represalia por depredación de aves. En general los mamíferos son un grupo que se ve fuertemente afectado por distintos procesos antrópicos.

### Mamíferos voladores

Para el registro de murciélagos se realiza un muestreo mensual en el que se utiliza en cada transecto dos redes de niebla de 12 m de largo por 3 m 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.

Las redes de niebla 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 y se mantienen activas por un periodo de tres horas, con revisiones cada 20 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. 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).

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 77).

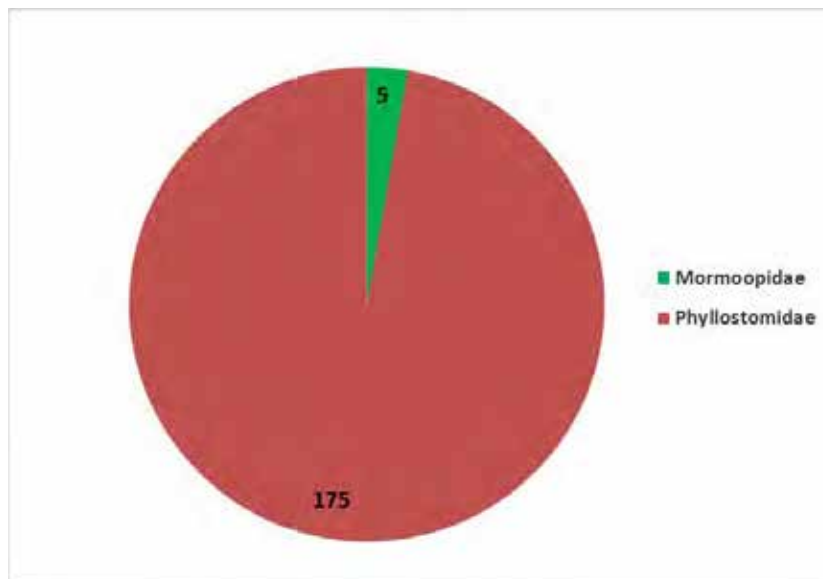




**Figura 77.** Instalación de redes de niebla. Proyecto Geotérmico Borinquen, julio 2018.

### **Resultados**

Se identificó un total de 180 individuos distribuidos en 15 especies pertenecientes a dos familias Phyllostomidae y Mormoopidae (Figura 78) siendo la primera la que cuenta con mayor cantidad de individuos (175) y compuesta por 14 de las 15 especies.



**Figura 78.** Cantidad de individuos de murciélagos por familia. Proyecto Geotérmico Borinquen.



De las 15 especies capturadas la que aportó la mayor cantidad de individuos fue el murciélago jamaiquino (*Artibeus jamaicensis*) con un total de 74 individuos, seguido por el murciélago frutero (*Carollia perspicillata*) con 53 individuos.

El murciélago jamaiquino es una de las especies grandes que hay en Costa Rica y su figura es regordete, se alimenta generalmente de frutos, polen e insectos, algunas características distintivas son sus rayas faciales, pero en algunas ocasiones no están tan marcadas y su hocico es corto y ancho (

Figura 79).



**Figura 79.** Captura de murciélago jamaiquino (*A. jamaicensis*). Proyecto Geotérmico Borinquen, julio 2018.

### Ratones

Se realiza un muestreo cuatrimestral de ratones 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, los individuos que se capturen se les realiza un registro morfométrico, se pesan e identifican, se registra el sexo y 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 colocan las trampas durante cinco días continuos a lo largo del transecto en los sectores de muestreo. Se utiliza un cebo compuesto por avena, maíz cascado, vainilla y agua, el cual es sustituido cuando se considere necesario. Cada trampa es marcada con una banderilla de color llamativo y georreferenciada para evitar pérdidas y tener control de la distribución espacial de las mismas. Asimismo, se recomienda utilizar 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.

## Resultados

El monitoreo efectuado en julio no incluye el sitio de monitoreo PGB02, en. total se colocaron 30 trampas Sherman, 10 por cada sitio de monitoreo (Figura 80).



**Figura 80.** Colocación de trampas Sherman para el monitoreo de ratones.  
Proyecto Geotérmico Borinquen, julio 2018.

En el periodo se reportan tres ratones capturados en dos de los sitios de monitoreo, pertenecientes a una especie, el ratón espinoso (*Liomys salvini*). Las tres capturas se dieron en zonas de charral, según la literatura, la presencia de ratones es común en pastizales con presencia de arbustos y en áreas agrícolas.

*El ratón espinoso (L. salvini)* es una especie de la familia Heteromyidae que se alimenta de semillas e insectos, en la estación seca se alimenta principalmente de semillas de guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y poro poro (*Cochlospermum vitifolium*).



**Figura 81.** Toma de datos para la identificación de ratones. Proyecto Geotérmico Borinquen, julio 2018.

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

Con el objetivo de identificar zonas de paso de fauna terrestre se recolecta información desde mayo del 2016 mediante la búsqueda directa de los individuos y búsqueda intensiva de huellas cerca de los accesos a frentes de obra. A partir de estas observaciones se lograron identificar huellas de mamíferos pequeños y grandes cerca de la carretera sobre la quebrada Salitral. Con la información obtenida se han colocado rótulos de señalización vial de 25 KPH con el fin de disminuir el riesgo de atropello a fauna silvestre y señalización que advierte sobre la presencia de animales en la vía.

Sin embargo, durante el periodo no se recolectaron datos, ni se colocaron rótulos en el Área de Proyecto.

#### **Rutas de paso de fauna arborícola.**

Actualmente se realizan recorridos por los caminos del AP para determinar rutas de paso de fauna arborícola, se han observado tropas de mono congo (*A. palliata*) en los sitios ya identificados como rutas.

#### **Medida MBPGB 08. Plan de manejo de residuos sólidos ordinarios y monitoreo de fauna.**

### **Modificación de hábitos alimenticios de mamíferos silvestres.**

Muchas especies de mamíferos son afectadas por mal manejo de los residuos y por la mala práctica que tiene el ser humano de alimentar animales silvestres, por lo tanto, los animales tienden a habituarse al alimento humano alterando sus patrones de comportamiento natural, volviéndose agresivos y algunos llegan a padecer de enfermedades producto de la inadecuada alimentación. Para concientizar a los trabajadores del Proyecto se han instalado rótulos de prohibición de alimentar fauna silvestre (Figura 82).



**Figura 82.** Rótulos de no alimentar fauna silvestre. Proyecto Geotérmico Borinquen.

### **Rescates de fauna silvestre**

Los rescates de fauna se llevan a cabo tanto en sitios de obra como en sitios temporales como oficinas, comedor, entre otros. Se consideran únicamente los grupos: aves (pichones), mamíferos, reptiles y anfibios. En el caso de los sitios de obra constructivos se realizan en tres etapas que son: previo al aprovechamiento forestal, durante el aprovechamiento forestal y durante movimientos de tierra y escombros.

Durante los rescates se debe portar el equipo de seguridad como botas culebreras, botas de hule o zapato de seguridad, pinzas, ganchos, baldes con su respectiva

rotulación para el almacenaje de serpientes venenosas, guantes de cuero y lona, guantes de látex y todo tipo de equipo y herramientas que considere necesario para realizar los rescates.

### ***Rescates de fauna silvestre en sitios de obra***

Previo al inicio de las obras, se requiere realizar la búsqueda de fauna para ser reubicada a otras áreas sin intervención.

**Anfibios y Reptiles:** Se realiza una búsqueda intensiva de los individuos en vegetación, hojarasca, huecos en troncos y troncos caídos que son hábitat y escondite para muchas especies y se procede con la captura para ser removidos a sitios seguros.

Las especies como lagartijas y colúbridos que, consideradas de menor riesgo para la seguridad de los trabajadores, son liberadas en sitios previamente definidos y evaluados. Las serpientes venenosas son capturadas y trasladadas a sitios profundos del bosque primario intervenido, los cuales son lugares lejanos a los sitios de obra, esto por razones de seguridad tanto para pobladores locales como trabajadores del Proyecto.

Para la manipulación y búsqueda de especies peligrosas como serpientes venenosas se utilizan ganchos, pinzas herpetológicas y bolsas de tela, es importante tener en cuenta el peligro que representa esta labor, por tanto, el uso de botas culebreras es indispensable. Para la manipulación principalmente 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 una breve consulta al Médico Veterinario del Centro de Rescate para valorar la situación y de ser una lesión que amerite revisión médica será llevado al Centro de Rescate correspondiente.

**Mamíferos:** Para los rescates de mamíferos se realiza una 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 son capturados manualmente y puestos en jaulas para ser transportados al centro de rescate.

Para la realización de estas labores se cuenta con la vacuna antirrábica, equipo de protección como guantes de lona y cuero, cajas de madera y jaulas para un transporte adecuado.

**Aves:** Al igual que los mamíferos, las aves son un grupo con gran capacidad para 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 por el Área de Biología.

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**

Se tuvo presencia continua durante la evaluación arqueológica en Vaporductos.

Además, se ha realizado la búsqueda en sitios cercanos donde labora el personal de arqueología ya que se ha evidenciado que la presencia de serpientes en las áreas de charral es constante, con esto se pretende revisar el área para que sea un sitio seguro de trabajo (Figura 83).





**Figura 83.** Personal atendiendo rescate de fauna durante evaluaciones arqueológicas en Vaporductos. Junio, 2018.

Durante el periodo se rescataron tres serpientes venenosas, dos terciopelos (*Bothrops asper*) (Figura 84) y una bocaracá (*Bothriechis schlegelii*). Una de las terciopelos fue rescatada en la PL-9 mientras que las otras dos fueron rescatadas en las rutas de vaporductos.



**Figura 84.** Rescate de serpiente terciopelo (*B. asper*) en PL-9. Julio, 2018.

En cuanto al estado de conservación de las especies rescatadas, ninguna se encuentra en riesgo de amenaza ni incluida en la Lista Roja de especies UICN, ni en los Apéndices CITES.

### **Rescates ocasionales de fauna silvestre**

Se atienden solicitudes de animales silvestres que se encuentre en áreas no constructivas como oficinas, bodegas, talleres, almacenes, etc. Para el manejo de fauna se sigue el mismo protocolo para rescate de fauna silvestre en frentes de obra.

Durante el periodo no se realizaron rescates ocasionales de fauna silvestre

### **Traslados a Centros de Rescate.**

### Manejo clínico de especies.

Las especies que resulten con alguna herida, golpe, o lesión que requieran atención veterinaria serán trasladadas al Centro de Rescate Las Pumas ubicado en Cañas, Guanacaste. Para lo anterior, existe un convenio entre el Centro de Rescate y el Proyecto donde se exponen las condiciones por parte de cada una de las partes para el tratamiento clínico de las especies.

Durante el periodo no se efectuaron traslados a Centros de Rescate.

### Medida MBPGB 09. Monitoreo de fauna silvestre.

Hasta el período actual se obtiene un registro de 36 especies de mamíferos en total para el sector donde se proyecta la futura construcción de la casa de máquinas.

Estas 36 especies de mamíferos representan un 30% (Figura 85) del total de 84 especies de mamíferos registrados en AID – PG Borinque, las especies más abundantes (Cuadro 23) en el sector mencionado, hasta la fecha siguen siendo los mamíferos grandes como monos araña y congos (*Ateles geoffroyi*, *Alouatta palliata*), estas dos consideradas como especies amenazadas por el Reglamento a la Ley de Vida Silvestre de nuestro país y especies generalistas como el Armadillo de nueve bandas (*Dasyus novemcinctus*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y algunos murciélagos frugívoros.



**Figura 85.** Proporción de especies de mamíferos registrados en sector casa de máquinas, AID-PGB.

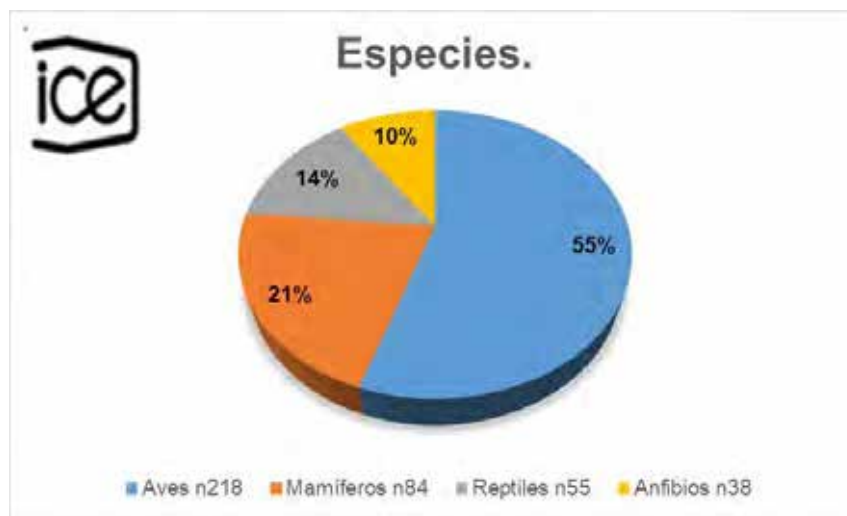
**Cuadro 23.** Especies de mamíferos, número de individuos y abundancia relativa, registrados durante muestreos de campo, sector Casa de máquinas AID-PGB.

| <b>Especie</b>             | <b>Total</b> | <b>Ab. Relativa</b> |
|----------------------------|--------------|---------------------|
| Alouatta palliata          | 21           | 0,172131148         |
| Ateles geoffroyi           | 20           | 0,163934426         |
| Artibeus jamaicensis       | 8            | 0,06557377          |
| Cebus capucinus            | 8            | 0,06557377          |
| Carollia perspicillata     | 6            | 0,049180328         |
| Odocoileus virginianus     | 6            | 0,049180328         |
| Carollia subrufa           | 4            | 0,032786885         |
| Dasybus novemcinctus       | 4            | 0,032786885         |
| Sciurus variegatoides      | 4            | 0,032786885         |
| Carollia sowelli           | 3            | 0,024590164         |
| Desmodus rotundus          | 3            | 0,024590164         |
| Nasua narica               | 3            | 0,024590164         |
| Artibeus lituratus         | 2            | 0,016393443         |
| Dasyprocta punctata        | 2            | 0,016393443         |
| Dermanura phaeotis         | 2            | 0,016393443         |
| Dermanura toltecus         | 2            | 0,016393443         |
| Lamproncycterus brachyotis | 2            | 0,016393443         |
| Myotis keaysi              | 2            | 0,016393443         |
| Myotis nigricans           | 2            | 0,016393443         |
| Pteronotus mesoamericanus  | 2            | 0,016393443         |
| Carollia castanea          | 1            | 0,008196721         |
| Dermanura watsoni          | 1            | 0,008196721         |
| Leopardus pardalis         | 1            | 0,008196721         |
| Marmosa mexicana           | 1            | 0,008196721         |
| Mus musculus               | 1            | 0,008196721         |
| Myotis albescens           | 1            | 0,008196721         |
| Myotis elegans             | 1            | 0,008196721         |
| Nyctomys sumichrasti       | 1            | 0,008196721         |
| Nyctomys sumichrasti       | 1            | 0,008196721         |
| Platyrrhinus helleri       | 1            | 0,008196721         |
| Rhogeessa bickhami         | 1            | 0,008196721         |
| Sciurus deppei             | 1            | 0,008196721         |
| Sphiggurus mexicanus       | 1            | 0,008196721         |
| Sturnira parvidens         | 1            | 0,008196721         |
| Tamandua mexicana          | 1            | 0,008196721         |
| Uroderma bilobatum         | 1            | 0,008196721         |

**Fuente:** monitoreo de fauna silvestre unidad biológica GASO-CSRG, 2018.

### Medida MBPGB 10. Control de contaminación lumínica y monitoreo biológico.

Durante el período actual se han registrado en los diferentes sectores dentro de AID-PG Borinquen un total de 395 especies de fauna silvestre, de las cuales un 21% son mamíferos (n= 84) (Figura 86), entre estos se destacan especies abundantes (Cuadro 24) como la Guatusa (*Dasyprocta punctata*), el mono araña y mono congo (*Ateles geoffroyi* y *Alouatta palliata*), Murciélagos frugívoros (*Artibeus jamaicensis*) y los pizotes (*Nasua narica*), es importante destacar el registro con abundancias altas de las dos especies de monos antes mencionadas todas consideradas como especies amenazadas por el reglamento a la ley de vida silvestre de nuestro país.



**Figura 86.** Proporción general de especies registradas en AID-PGB, 2017.

**Cuadro 24.** Especies de mamíferos, número de individuos y abundancia relativa, registrados durante muestreos de campo en AID-PGB.

| Especie                     | Total | Ab. Relativa |
|-----------------------------|-------|--------------|
| <i>Dasyprocta punctata</i>  | 90    | 0,087124879  |
| <i>Ateles geoffroyi</i>     | 58    | 0,056147144  |
| <i>Alouatta palliata</i>    | 54    | 0,052274927  |
| <i>Artibeus jamaicensis</i> | 52    | 0,050338819  |
| <i>Cuniculus paca</i>       | 51    | 0,049370765  |
| <i>Nasua narica</i>         | 51    | 0,049370765  |
| <i>Cebus capucinus</i>      | 44    | 0,042594385  |

| <b>Especie</b>                   | <b>Total</b> | <b>Ab. Relativa</b> |
|----------------------------------|--------------|---------------------|
| <i>Carollia perspicillata</i>    | 43           | 0,041626331         |
| <i>Dasyus novemcinctus</i>       | 43           | 0,041626331         |
| <i>Liomys salvini</i>            | 37           | 0,035818006         |
| <i>Sciurus variegatoides</i>     | 29           | 0,028073572         |
| <i>Desmodus rotundus</i>         | 28           | 0,027105518         |
| <i>Sigmodon hirsutus</i>         | 27           | 0,026137464         |
| <i>Odocoileus virginianus</i>    | 26           | 0,025169409         |
| <i>Dermanura toltecus</i>        | 25           | 0,024201355         |
| <i>Carollia sowelli</i>          | 21           | 0,020329138         |
| <i>Heteromys nubicolens</i>      | 21           | 0,020329138         |
| <i>Dermanura phaeotis</i>        | 18           | 0,017424976         |
| <i>Platyrrhinus helleri</i>      | 18           | 0,017424976         |
| <i>Artibeus lituratus</i>        | 17           | 0,016456922         |
| <i>Glossophaga soricina</i>      | 17           | 0,016456922         |
| <i>Sturnira parvidens</i>        | 17           | 0,016456922         |
| <i>Leopardus pardalis</i>        | 16           | 0,015488867         |
| <i>Carollia subrufa</i>          | 15           | 0,014520813         |
| <i>Eira barbara</i>              | 13           | 0,012584705         |
| <i>Sylvilagus floridanus</i>     | 11           | 0,010648596         |
| <i>Didelphis marsupialis</i>     | 9            | 0,008712488         |
| <i>Pteronotus mesoamericanus</i> | 9            | 0,008712488         |
| <i>Potos flavus</i>              | 8            | 0,007744434         |
| <i>Sciurus deppei</i>            | 8            | 0,007744434         |
| <i>Uroderma bilobatum</i>        | 8            | 0,007744434         |
| <i>Carollia castanea</i>         | 7            | 0,006776379         |
| <i>Conepatus semistriatus</i>    | 7            | 0,006776379         |
| <i>Myotis keaysi</i>             | 7            | 0,006776379         |
| <i>Tylomys watsoni</i>           | 7            | 0,006776379         |
| <i>Dermanura watsoni</i>         | 5            | 0,004840271         |
| <i>Glossophaga commissarisi</i>  | 5            | 0,004840271         |
| <i>Micronycteris microtis</i>    | 5            | 0,004840271         |
| <i>Panthera onca</i>             | 5            | 0,004840271         |
| <i>Puma concolor</i>             | 5            | 0,004840271         |
| <i>Tamandua mexicana</i>         | 5            | 0,004840271         |
| <i>Vampyressa thuyone</i>        | 5            | 0,004840271         |
| <i>Lamproncyterus brachyotis</i> | 4            | 0,003872217         |
| <i>Lontra longicaudis</i>        | 4            | 0,003872217         |
| <i>Micronycteris schmidtorum</i> | 4            | 0,003872217         |
| <i>Pecari tajacu</i>             | 4            | 0,003872217         |
| <i>Tapirus bairdii</i>           | 4            | 0,003872217         |

| <b>Especie</b>                | <b>Total</b> | <b>Ab. Relativa</b> |
|-------------------------------|--------------|---------------------|
| <i>Didelphis virginiana</i>   | 3            | 0,002904163         |
| <i>Marmosa mexicana</i>       | 3            | 0,002904163         |
| <i>Micronycteris hirsuta</i>  | 3            | 0,002904163         |
| <i>Mus musculus</i>           | 3            | 0,002904163         |
| <i>Myotis albescens</i>       | 3            | 0,002904163         |
| <i>Ototylomys phyllotis</i>   | 3            | 0,002904163         |
| <i>Philander opossum</i>      | 3            | 0,002904163         |
| <i>Rhogeessa bickhami</i>     | 3            | 0,002904163         |
| <i>Vampyriscus nymphaea</i>   | 3            | 0,002904163         |
| <i>Caluromys derbianus</i>    | 2            | 0,001936108         |
| <i>Canis latrans</i>          | 2            | 0,001936108         |
| <i>Centurio senex</i>         | 2            | 0,001936108         |
| <i>Eptesicus furinalis</i>    | 2            | 0,001936108         |
| <i>Glossophaga leachii</i>    | 2            | 0,001936108         |
| <i>Lonchophylla mordax</i>    | 2            | 0,001936108         |
| <i>Myotis nigricans</i>       | 2            | 0,001936108         |
| <i>Nyctomys sumichrasti</i>   | 2            | 0,001936108         |
| <i>Orthogeomys cherriei</i>   | 2            | 0,001936108         |
| <i>Tayassu pecari</i>         | 2            | 0,001936108         |
| <i>Vampyroides major</i>      | 2            | 0,001936108         |
| <i>Chiroderma villosum</i>    | 1            | 0,000968054         |
| <i>Dermanura aztecus</i>      | 1            | 0,000968054         |
| <i>Enchisthenes hartii</i>    | 1            | 0,000968054         |
| <i>Eptesicus brasiliensis</i> | 1            | 0,000968054         |
| <i>Galictis vittata</i>       | 1            | 0,000968054         |
| <i>Leopardus wiedii</i>       | 1            | 0,000968054         |
| <i>Lonchophylla robusta</i>   | 1            | 0,000968054         |
| <i>Lophostoma brasiliense</i> | 1            | 0,000968054         |
| <i>Myotis elegans</i>         | 1            | 0,000968054         |
| <i>Myotis oxyotus</i>         | 1            | 0,000968054         |
| <i>Natalus mexicanus</i>      | 1            | 0,000968054         |
| <i>Nyctomys sumichrasti</i>   | 1            | 0,000968054         |
| <i>Phyllostomus discolor</i>  | 1            | 0,000968054         |
| <i>Pteronotus gymnonotus</i>  | 1            | 0,000968054         |
| <i>Saccopteryx bilineata</i>  | 1            | 0,000968054         |
| <i>Sphiggurus mexicanus</i>   | 1            | 0,000968054         |
| <i>Sturnira hondurensis</i>   | 1            | 0,000968054         |

**Fuente:** monitoreo de fauna silvestre unidad biológica GASO-CSRG, 2018.



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

### **Monitoreo de herpetofauna.**

#### **Reconocimiento por Encuentros Visuales (V.E.S. sus siglas en inglés).**

La técnica consiste en caminar un área o hábitat en un tiempo predeterminado sistemáticamente. Se realizará recorridos diurnos y nocturnos para la búsqueda de individuos. Para la identificación de los individuos 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.

**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 m 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 (Figura 87).



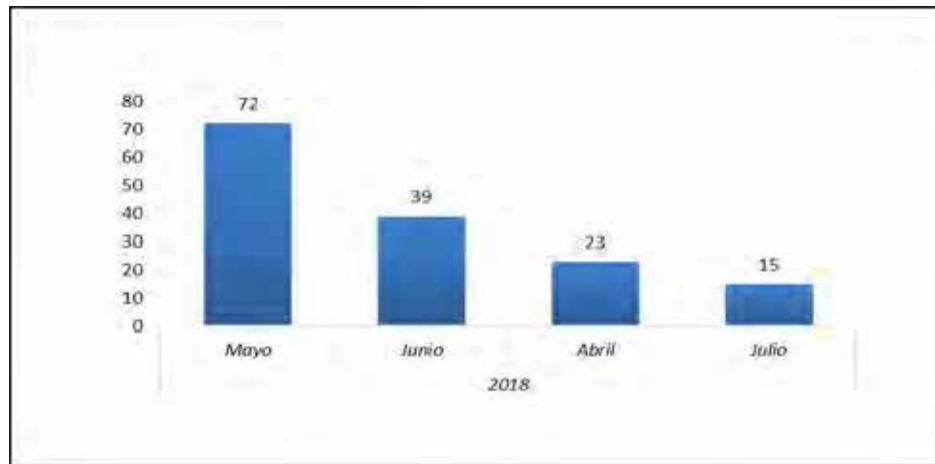
**Figura 87.** Monitoreo diurno de fauna silvestre. Proyecto Geotérmico Borinquen, julio 2018.

**Anfibios:** Se realiza un muestreo mensual en los transectos 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 la posterior identificación por métodos más detallados. 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 anfibios que se realizará no contempla la colecta científica de individuos de vida libre.

## **Resultados**

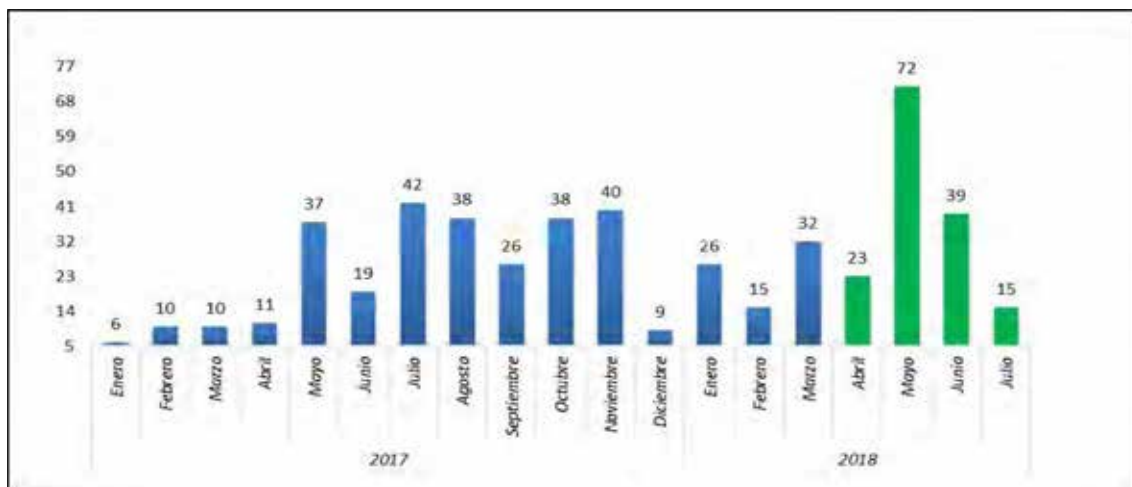
Se realizaron monitoreos de herpetofauna en los cuales se registra un total de 149 individuos distribuidos en 33 especies y 17 familias, de estas 33 especies una de ellas se registra a nivel de género. En la Figura 88 se observa la cantidad de individuos registrados en cada mes del periodo. Como se puede apreciar, en mayo se da el mayor avistamiento principalmente el transecto PGB03 donde por presencia de fuertes vientos no se ingresó al bosque y se efectuó el recorrido en las zonas abiertas (charral) y se hizo recorrido por la laguna ubicada en la PL-3, esta es la obra asociada al PGB03, debido a esta situación el número de anfibios se incrementó.



**Figura 88.** Cantidad de individuos de anfibios y reptiles registrados durante monitoreos nocturnos y diurnos. Proyecto Geotérmico Borinquen.

En la siguiente figura (Figura 89) se presentan los datos acumulativos de herpetofauna mediante recorridos nocturnos y diurnos. Se puede observar que en julio del 2018 el registro es relativamente bajo, esto se debe a que (como se mencionó anteriormente) uno de los transectos (PGB02) no se trabajó lo cual perjudicó la abundancia de individuos. Se espera para agosto sustituir este sitio y efectuar un transecto similar y cercano al PGB02.

Como se ha venido aclarando en otros informes, el incremento en la cantidad de datos que se observa a partir de enero 2017 está relacionado al avance de los trabajos en los frentes de obra del Proyecto. En los primeros meses únicamente se recorrían dos transectos, posteriormente se fueron incorporando los otros sitios hasta contar (a junio 2018) con monitoreo en los cuatro sitios.



**Figura 89.** Registro de la cantidad de anfibios y reptiles durante el 2017 y 2018.  
Proyecto Geotérmico Borinquen.

Durante el periodo se reporta por primera vez el avistamiento de la serpiente no venenosa *Amerotyphlops costaricensis* (culebra ciega de Costa Rica) (Figura 90). Esta serpiente es relativamente rara de encontrar, en cuanto a su estado de conservación a nivel Global, la UICN la considera como especie de Preocupación Menor debido a que está ampliamente distribuida y puede tolerar hábitats perturbados. Sin embargo, se necesita investigación adicional sobre la historia natural de ésta.



**Figura 90.** Identificación de serpiente *A. costaricensis* durante monitoreo nocturno.  
Proyecto Geotérmico Borinquen, abril 2018.

Por otra parte, se reportan otras especies importantes y con poblaciones amenazadas o reducidas para nuestro país como la rana Túngara (*Craugastor noblei*), la rana arborícola (*Dendropsophus microcephalus*), el sapo amarillo (*Incilius luetkenii*) (Figura 91), el guecko bandeado tropical (*Coleonyx mitratus*) y la rana enmascarada Noble (*Craugastor noblei*).



**Figura 91.** Sapo amarillo (*I. luetkenii*) identificado en monitoreo nocturno. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018.

**b). Capacitaciones al personal del Proyecto en el manejo y protección de herpetofauna**

Durante el periodo no se efectuaron capacitaciones al personal del Proyecto.

**c). Diseño y Establecimiento de Reductores de velocidad**

Durante el periodo no se llevó a cabo mantenimiento de reductores de velocidad.

**Monitoreo de aves**

- **Conteo por puntos**

Dentro de los transectos se establecieron puntos de conteo que abarcan una superficie de 20 m de radio y separados 100 m uno de otro, marcados con cinta flamming para establecer la ruta del mismo. Esta técnica de muestreo consiste en registrar todas las especies de aves que se visualicen y/o escuchen dentro del área mencionada anteriormente. Se deben contar todas las especies que se identifiquen en un lapso de 15 minutos, ya sea por observación directa o por canto y se debe evitar contar un mismo individuo más de una vez. Se deberá especificar si el ave se encontraba sobrevolando el punto de conteo o realizando alguna actividad que se considere relevante mencionar.

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 serán: 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 y cámara fotográfica Panasonic TS 1, y con 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 92).



**Figura 92.** Monitoreo de aves. Proyecto Geotérmico Borinquen, Julio 2018.

Durante el periodo de monitoreo se identificaron 1.333 individuos distribuidos en 72 especies de 31 familias.

La especie más abundante corresponde al loro frentinaranja (*Eupsittula canicularis*) con un registro de 120 avistamientos, seguida por el loro frentiblanco *Amazona albifrons* (Figura 93) con 117 individuos y por último la urraca (*Calocitta formosa*) con 104 avistamientos.





**Figura 93.** Registro del loro frentiblanco (*A. albifrons*), durante monitoreo de aves. Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018.

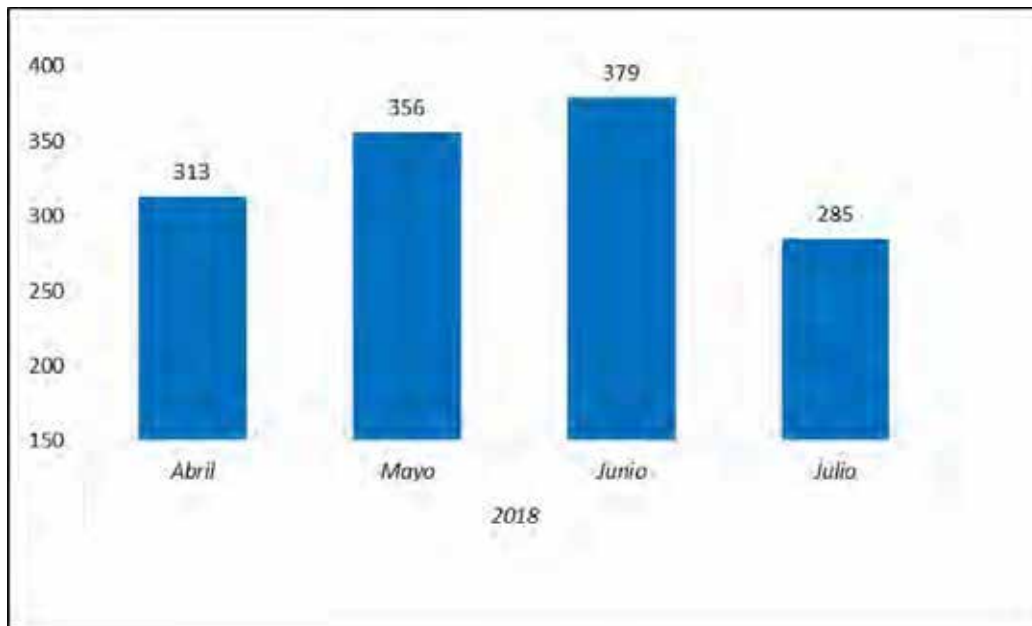
Los loros en general son aves que se caracterizan por moverse en bandadas de muchos individuos y muy bulliciosas. En el caso del perico frentinaranja esta especie forma bandadas de 30 o más individuos y en época de reproducción aumentan su número hasta 100 individuos o más. En el caso de las urracas, éstas viajan en bandadas bulliciosas y dispersas de 5 a 10 individuos, se les puede encontrar en matorrales espinosos, árboles en la sabana, arboledas cercanas a las casas y a lo largo de cursos de agua y bosques de galería

En lo que respecta a su estado de conservación, ambas especies de loros (*E. canicularis* y *A. albifrons*) en nuestro país está considerada como especie con poblaciones amenazadas o reducidas y está protegida y regulada por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 26435-MINAE, está también incluida en el apéndice II de CITES y Globalmente está catalogada por la UICN como especie de preocupación menor (LC).

Por otra parte, se registran otras especies con poblaciones reducidas o amenazadas como son: la Garza del sol, Pavón, Tinamú, momoto enano y algunos rapaces.

En la siguiente figura (Figura 94) se presenta la cantidad de individuos en cada uno de los meses del periodo, se observa que en julio los datos son los más bajos, esto asociado a factores climáticos como lluvia y ventosidad que se manifestó en ese mes, éstos, son factores que afectan el comportamiento de las aves y por ende

disminuye el posible avistamiento. Otro factor importante que afectó los resultados es la ausencia de datos en el PGB02.



**Figura 94.** Registro de la cantidad de aves. Proyecto Geotérmico Borinquen.

#### **Medida MBPGB 12. Pasos aéreos y terrestres.**

Hasta la fecha no se han construido pasos terrestres ni aéreos para fauna silvestre, por dicha razón no se cuenta con información de monitoreo de fauna en estas estructuras.

### **COMPONENTE SOCIAL**

#### **Medida MSPGB 01. Paisaje.**

Se incluye el monitoreo de paisaje realizado en el período para los sitios del proyecto (Cuadro 25):

**Cuadro 25.** Registro de Paisaje PG Borinquen, marzo 2018.

| Mes: marzo 2018   |  | Mes: julio 2018  |  |
|---|--|--|--|
| Sitio: Plazoleta de Perforación PGB 02  |  |  |  |
|    |  |    |  |
| Sitio: Plazoleta de Perforación PGB 03  |  |  |  |
|   |  |   |  |
| Plazoleta de Perforación PGB 05   |  |  |  |
|  |  |  |  |
| Plazoleta de Perforación PGB 09   |  |  |  |



### **Medida MSPGB 02. Obras comunales.**

En relación a las obras comunales del Proyecto, el Cuadro 26 muestra los avances realizados al periodo.

**Cuadro 26.** Obras comunales, MSPGB 02.

| <b>Obra Comunal</b>   | <b>Comunidad</b> | <b>Seguimiento</b>  |
|---|------------------|---|
| 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 | Cañas Dulces     | La medida se encuentra ejecutada.   |
| Diseño y construcción de plaza de fútbol en la comunidad de Agua Fría.  | Agua Fría        | Se cuenta con el permiso por parte del INDER para la construcción de la obra, además con el diseño. Pendiente la programación de la ejecución de la obra. |
| Rediseñar el acceso principal de los estudiantes a la Escuela de Curubandé por el costado oeste.  | Curubandé        | La obra se encuentra en ejecución, la cual inicio el 06 de junio 2018.  |
| Parque de juegos para la comunidad de Curubandé, con instalación de juegos infantiles.  | Curubandé        | Se envió oficio (4301-RC-002-2018) a la Municipalidad de Liberia solicitando permiso para construir el parque de juegos en terreno municipal.             |
| Instalación de 600 metros de malla perimetral la toma de agua   | El Cedro         | Como parte de proceso de cambio de medida solicitado por la comunidad, se   |



|  |             |   |
|--|-------------|---|
| del acueducto de la comunidad de El Cedro.   |             | realizaron estudios hidrogeológicos geofísicos en tres propiedades para determinar el sitio factible para la perforación del pozo.  |
| Construcción del salón comunal comunidad El Cedro en el terreno de la ASADA edificio de una planta 5 x 15 m. | El Cedro    |   |
| Instalación eléctrica del Salón Comunal de Buena Vista.  | Buena Vista | El Consejo de Distrito de la comunidad de Buena Vista presento una solicitud de cambio de medida, por lo cual se realizó una valoración técnica para definir su factibilidad. |

### **Medida MSPGB 03. Plan de relación con comunidades.**

Como parte de la ejecución de las medidas de control socioambiental del Proyecto se encuentra articulación con los actores sociales de las comunidades del área de influencia, para el caso, Asociaciones de Desarrollo Integral, instituciones, empresarios turísticos, entre otros.

La programación de reuniones comunales se realiza cuatrimestralmente y recae en la Gestión Social. En dichos espacios (reuniones) se informa sobre el estado de avance del Proyecto, ejecución de las medidas socioambientales del PGA y los seguimientos a los acuerdos según reunión realizada.

En el cuatrimestre se realizaron 5 reuniones en las comunidades del área de influencia del Proyecto. El Cuadro 27 muestra el detalle. En el Anexo 10 se presenta un ejemplo de las listas de asistencia levantadas durante las reuniones comunales realizadas en el presente periodo.

**Cuadro 27.** Registro de reuniones con actores sociales, julio, 2018.

| <b>Grupo / Organización</b> | <b>Objetivo</b>  | <b>Fecha</b> | <b>Participantes</b> |
|-----------------------------|--|--------------|----------------------|
| Comunidad Cañas Dulces      | Informativa y Seguimiento Plan Gestión Ambiental/Charla Geotermia en Costa Rica      | 18/06/2018   | 6                    |
| Comunidad El Cedro          | Informativa y Seguimiento Plan Gestión Ambiental / Charla Arqueología en el Proyecto | 20/06/2018   | 4                    |
| Comunidad El Pital          | Informativa y Seguimiento Plan Gestión Ambiental /Charla Arqueología en el Proyecto  | 21/06/2018   | 4                    |

|                           |  |            |   |
|---------------------------|--|------------|---|
| Comunidad Buena Vista     | Informativa y Seguimiento Plan Gestión Ambiental /Charla Arqueología en el Proyecto    | 25/06/2018 | 2 |
| Comunidad Agua Fría       | Informativa y Seguimiento Plan Gestión Ambiental/ Charla de Arqueología en el Proyecto | 27/06/2018 | 9 |
| Comunidad Curubandé       | Informativa y Seguimiento Plan Gestión Ambiental:                                      | 23/07/2018 | 7 |
| <b>Total: 5 reuniones</b> |  |            |   |

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

La visita a campos geotérmicos no aplica para el periodo. Los detalles de las obras comunales ejecutadas en Cañas Dulces se muestra en el Cuadro 28.

**Cuadro 28.** Avance Obras Comunales MSPGB 04-Cañas Dulces, julio 2018.

| <b>Obra Comunal</b>  | <b>Comunidad</b> | <b>Seguimiento</b>              |
|--|------------------|---------------------------------|
| Construcción de un tramo de acera en tramo de 50 m en la salida lateral de la escuela.   | Cañas Dulces     | La obra se encuentra ejecutada. |
| 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. | Cañas Dulces     | La obra se encuentra ejecutada. |

#### **Medida MSPGB 05. Educación vial y obras comunales.**





Las charlas de Educación Vial en los centros educativos de Cañas Dulces y Buena Vista tienen el objetivo de sensibilizar a los estudiantes sobre las prácticas para resguardar su seguridad en los diversos espacios y la vida cotidiana.



Referente a las obras comunales, el Cuadro 29 muestra la información correspondiente.

**Cuadro 29.** Avance Obras Comunales MSPGB 05, julio 2018.



| Obra Comunal   | Comunidad | Seguimiento   |
|--|-----------|---|
| Construcción de 800 metros de aceras en la comunidad de Curubandé.     | Curubandé | <p>Obra ejecutada. Inicio el 21 de junio de 2017, finalizo 07 de setiembre 2017.</p>            |
| Construcción de 450 metros de aceras en la comunidad de Curubandé      | Curubandé | <p>Obra Ejecutada: Asociada al desarrollo del Proyecto Geotérmico Las Pailas, Unidad II.</p>   |
| Construcción de 3 reductores de velocidad en Curubandé.                | Curubandé | <p>Obra Ejecutada: Asociada al desarrollo del Proyecto Geotérmico Las Pailas, Unidad II.</p>  |
| Señalización del área peatonal para ingreso a la Escuela de Curubandé. | Curubandé | <p>Obra Ejecutada: asociada al desarrollo del Proyecto Geotérmico Las Pailas, Unidad II.</p>  |

|  |              |  |
|--|--------------|--|
|  |              |    |
| Colocación de malla perimetral en la Escuela de San Jorge: 170 metros de malla.  | San Jorge    | <p>Obra Ejecutada: asociada al desarrollo del Proyecto Geotérmico Las Pailas, Unidad II.</p>  |
| 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. | Cañas Dulces | <p>Obra ejecutada: asociada al PGA-Borinquen</p>   |
| Construcción de un tramo de acera en tramo de 50 m en la salida lateral de la escuela.   | Cañas Dulces | <p>Obra ejecutada: asociada al PGA-Borinquen</p>   |

|  |             |  |
|--|-------------|--|
| Construcción de reductores de velocidad. | El Cedro    | <p>Obra ejecutada: asociada al PGA-Borinquen</p>   |
| Construcción de reductores de velocidad. | Buena Vista | <p>Obra ejecutada: asociada al PGA-Borinquen</p>  |

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

Actualmente se está trabajando en el desarrollo del Plan de Gestión Integral de Residuos para el Campamento del Proyecto, con el cual se pretende optimizar los recursos y disminuir la generación de los residuos no valorizables que hasta este momento representa la cantidad más grande de residuos que ingresa al Centro de Acopio mensual de este sitio.

El sistema de riego del campamento de Curubandé mediante el uso de agua residual ha sido bien aceptado por los usuarios del campamento y se logrado mantener las zonas verdes del campamento en buen estado. Actualmente se ha reutilizado 135 tanques de la capacidad de 22 000 litros lo que es un equivalente a 2 970 000 litros de agua que se dejaron de verter al Rio Colorado y esto brinda mayor seguridad a los vecinos del campamento (Figura 95).



**Figura 95.** Riego de zonas verdes del campamento de Curubandé mediante el uso de agua residual de tipo ordinaria.

Para lograr un uso más eficiente del agua y de la energía eléctrica, se realizan constantemente trabajos de mantenimiento en las instalaciones del Campamento de Curubandé (Figura 96).



**Figura 96.** Mantenimiento de tuberías y sistemas eléctricos del campamento Curubandé.



**Medida MSPGB 07. Mejoras de la infraestructura comunal.**

Se encuentra en valoración técnica una solicitud comunal referente a la revisión del sistema eléctrico de la Escuela Cañas Dulces (infraestructura educativa), además, se atendió una solicitud de realización de una charla sobre Geotermia en Costa Rica.

**Medida MSPGB 08. Obras comunales infraestructura vial.**

En el período se realizaron trabajos de mantenimiento a la infraestructura vial de las comunidades Buena Vista El Cedro (trayectos utilizados por el Proyecto), en el Cuadro 30 y la Figura 97 se aprecia el detalle.

**Cuadro 30.** Mejora de infraestructura vial, julio 2018.


| Sector                                       | Fecha Inicio | Fecha Fin  | Descripción de los trabajos realizados |
|--|--------------|------------|--|
| Agua Fría-El Cedro, Buena Vista, Buena Vista | 26/06/2018   | 29/06/2018 | Conformación y ampliación de caminos.  |



**Figura 97.** Mantenimiento de vías en área de influencia, julio 2018.

Las obras comunales referentes a infraestructura vial se detallan en el Cuadro 31.

**Cuadro 31.** Avance Obras Comunes MSPGB 08, julio ,2018.

| Obra Comunal   | Seguimiento  |
|--|--|
| <p>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.</p>                | <p>Se avanza en los estudios geológicos, geotécnicos, hidráulicos y de geofísica para el puente Río Blanco.</p>  |
| <p>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.</p> | <p>Los trabajos de construcción del puente tipo Bailey en el Río Tizate finalizaron el 10 de abril 2018.</p>  |
| <p>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.</p>                            | <p>La obra se encuentra ejecutada.</p>   |

### **Medida MSPGB 09. Fortalecimiento del comercio y desarrollo local.**

Para el periodo se desarrolló en conjunto con la Dirección Nacional de Desarrollo Comunal (DINADECO) una charla sobre Gestión Comunal y Participación Ciudadana desde la Constitución Política. A la actividad se convocó a las



comunidades de Cañas Dulces, Buena Vista, El Pital, El Cedro. La Figura 98 muestra el detalle.



**Figura 98.** Charla: Gestión Comunal y Participación Ciudadana desde la Constitución Política, julio 2018.

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

Para el periodo se desarrollaron 2 actividades de educación ambiental en los centros educativos de Cañas Dulces y Buena Vista, el tema abordado fue la Gestión de Residuos sólidos. El detalle en el Cuadro 32 y la Figura 99.

**Cuadro 32.** Charlas Educación Ambiental, julio, 2018

| Lugar                | Tema                       | Fecha      | Participantes |
|----------------------|----------------------------|------------|---------------|
| Colegio Cañas Dulces | Geotermia en Costa Rica    | 13/06/2018 | 20            |
| Colegio Cañas Dulces | Arqueología en el Proyecto | 13/06/2018 | 28            |
| Escuela Cañas Dulces | Gestión Residuos Sólidos   | 20/06/2018 | 42            |
| Escuela Buena Vista  | Gestión Residuos Sólidos   | 20/06/2018 | 16            |
| Total: 4 charlas     |                            |            | 106           |



**Figura 99.** Charla Gestión Residuos Sólidos, Escuela Buena Vista, julio, 2018

En cuanto a las obras de infraestructura educativa, el Cuadro 33 muestra los detalles.

**Cuadro 33.** Avance Obras Comunes MSPGB 10, julio 2018.

| Obra Comunal  | Comunidad   | Seguimiento  |
|---|-------------|--|
| 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. | Curubandé   | Se cuenta con el diseño del aula, la Junta de Educación validó el diseño y se encuentra pendiente la ejecución de la obra.   |
| Construcción de un aula de 7x7 metros cuadrados y dotar de iluminación el salón multi-usos de la Escuela Buena Vista.   | Buena Vista | En relación a la construcción de un aula de 7x7 metros cuadrados, la obra no es ejecutable.<br><br>La Junta de Educación de la Escuela de Buena Vista, envió oficio solicitando se valore el cambio a la medida. |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | Se realizaron las valoraciones técnicas para proceder con el cambio de medida. |
|--|--|--|

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

Se tiene programado coordinar con el área de comunicaciones la atención a la medida.

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

En coordinación con el Departamento de Recursos Humanos y el Área Técnica del Proyecto, se han realizado actividades informativas de empleo en las comunidades de Curubandé, Agua Fría, El Cedro, Cañas Dulces, Buena Vista y El Pital. En reuniones de seguimiento, se les informa a los y las participantes que la información oficial en relación a contratación de personal es emitida por parte de la Gestión Social de Proyecto.

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

La ejecución de la medida se asocia a la etapa operativa del Proyecto. Borinquen

En el Cuadro 34 se aprecia el detalle de las reuniones realizadas con los grupos de hoteleros.

**Cuadro 34.** Registro de reuniones hoteles, julio 2018.

| <b>Grupo / Organización</b>                 | <b>Objetivo</b>                | <b>Fecha</b> | <b>Participantes</b> |
|---|--------------------------------|--------------|----------------------|
| Hotel Buena Vista, Hotel Hacienda Borinquen | Seguimiento proceso de avalúos | 02/05/2018   | 10                   |
| <b>Total:1 reunión</b>                      |                                |              | <b>10</b>            |

En coordinación con la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad (UTGV) y el Departamento de Ingeniería y Tránsito se coordinó la colocación de rótulos

informativos de paso de maquinaria pesada en la ruta de acceso principal al Proyecto. La Figura 100 muestra el detalle.

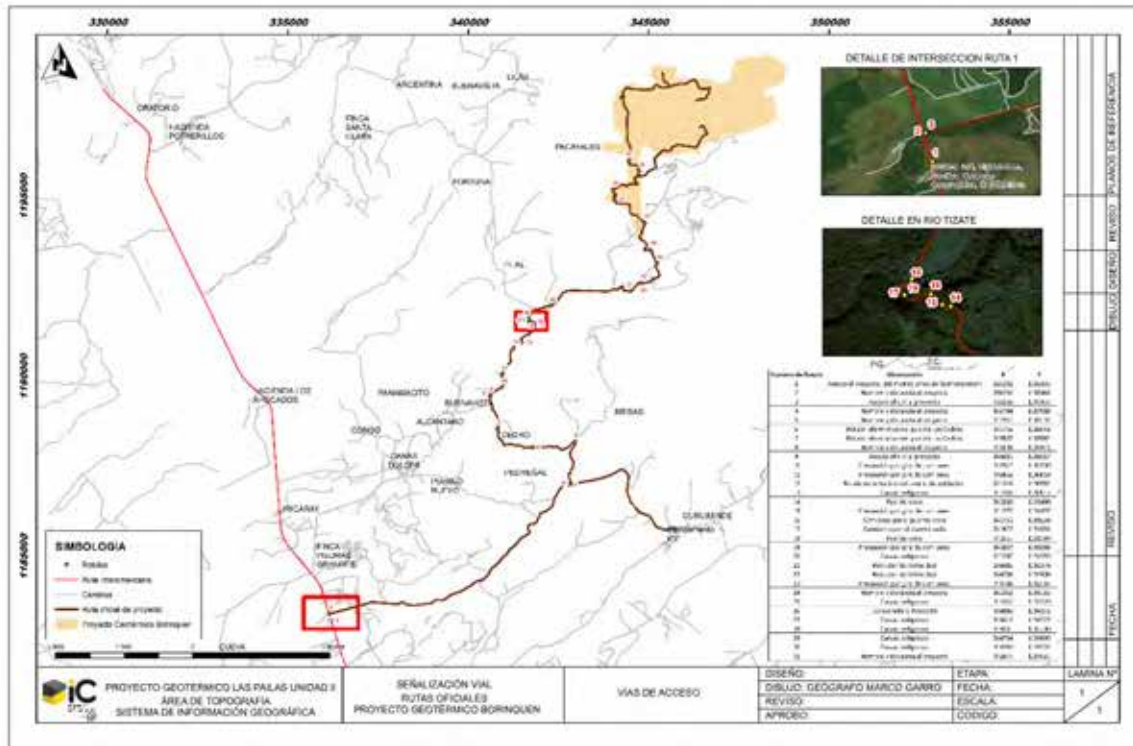


Figura 100. Señalización rutas de acceso oficial, julio 2018.

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

La atención de quejas e inconformidades de los diversos actores sociales forma parte del protocolo de atención establecido por el Proyecto, esto atendido mediante la Gestión Social.

En las reuniones de seguimiento con las comunidades de Curubandé, Agua Fría, El Cedro, Buena Vista, Cañas Dulces y El Pital se informa sobre la utilización de la línea gratuita 800-GEOTERMIA (800-436-837-642), se les informa el horario de atención (lunes a jueves de 7:00 am a 5:00 pm, viernes de 7:00 am a 4:00 pm) se brinda el correo electrónico [info@geotermia.com](mailto:info@geotermia.com), medios oficiales para canalizar quejas, inconformidades por parte de los habitantes de las comunidades mencionadas.

En el período no se reciben quejas asociadas a generación de polvo en las comunidades de influencia directa y zonas críticas identificadas en la medida MFPGB 05.

Los vehículos utilizados se encuentran identificados con el logo ICE, los alquilados en su parabrisas poseen el rotulo de color negro con el logo ICE y el nombre del Proyecto. Ver Figura 101 .

En los centros de población con las vías sin pavimento por las cuales se circula vehículos ICE, alquilados, se implementa el riego, en seguimiento a las zonas críticas definidas en la MFPGB 05 (reducción de la cantidad de polvo).



**Figura 101.** Rotulación vehículos alquilados, julio 2018.

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

En la medida MFPGB 05 se describen las acciones que serán implementadas en la ejecución del proyecto para el control de velocidades, en los espacios con las comunidades de influencia directa se informa el canal y medios para reportar cualquier anomalía de vehículos institucionales.

La socialización de la línea gratuita **800-GEOTERMIA (800-436-837-642)**, se realiza en las reuniones de seguimiento comunal, reuniones con actores institucionales y actividades del Proyecto. Lo anterior con el objetivo de reiterar que la línea gratuita es el medio oficial para recibir quejas, inconformidades u otra información sobre el Proyecto.

Las obras comunales realizadas en la comunidad de Buena Vista se detallan en el Cuadro 35.

**Cuadro 35.** Avance Obras Comunales MSPGB 15-Buena Vista, julio 2018.

| <b>Obra Comunal</b>   | <b>Seguimiento</b>              |
|---|---------------------------------|
| Construcción de aceras 125 metros de longitud.  | La obra se encuentra ejecutada. |
| Colocación de dos reductores de velocidad, señalización peatonal para el paso de estudiantes. | La se encuentran en ejecución.  |

#### **Medida MSPGB 16. Traslado de equipo de perforación.**

Para el periodo no se realizó traslado de equipo de perforación. Sin embargo, cuando se realiza dicha actividad se le informa a las comunidades y el grupo de hoteleros sobre los pormenores del traslado.

#### **Medida MSPGB 17. Comportamiento de trabajadores en comunidades.**

Las charlas de inducción al personal que ingresa al proyecto tienen como objetivo la indicación sobre el adecuado comportamiento en las comunidades del área de influencia. Por ello, se abordan los siguientes temas:

- Área de influencia social del proyecto y rutas de acceso oficiales.
- Medidas del PGA del proyecto.
- Compromiso del ICE con las partes interesadas y comportamiento requerido.
- Canal de comunicación y voceros oficiales.

Paralelo a lo anterior, se realizan charlas con contratistas reforzando los límites de velocidad, se indica sobre las rutas de acceso oficial al Proyecto a fin de evitar el paso por los centros de población de Buena Vista y Cañas Dulces. En el caso de proveedores y maquinaria pesada se solicita el uso de escoltas en el camino para prevenir a los particulares el paso de la maquinaria.



## Medida MSPGB 18. Patrimonio arqueológico.

### A. Evaluación arqueológica en vaporductos

El 24 de mayo se presenta ante la Comisión Arqueológica Nacional una propuesta de investigación para la evaluación arqueológica del sitio de obra Vaporductos, obra de carácter pendiente en estudios exploratorios para el Proyecto Geotérmico Borinquen I (Figura 102).



**Figura 102.** Portada de la propuesta de Investigación.

El Vaporducto consiste en una tubería de acarreo de aproximadamente 6 kilómetros de extensión y con una trayectoria que contempla el paso por varias obras, muchas

de estas asociadas espacialmente con sitios arqueológicos reportados en el área del proyecto.

En la propuesta presentada se detalló un plan de manejo en aras de conservar y resguardar el patrimonio arqueológico involucrado en el área del Vaporducto. Dicho plan contempla una serie de objetivos con fines exploratorios e investigativos, una metodología de campo para la recuperación del material arqueológico, una estrategia de análisis de dichos materiales y finalmente un cronograma general de trabajo. Este documento es revisado y avalado por la comisión en mención que además otorga vía resolución un periodo de tiempo para la consumición de tareas propuestas (Figura 103).



**Figura 103. Resolución 171-2018.**

Hasta la fecha se cuenta con la ejecución de tareas de campo donde concretamente se han efectuado pozos de sondeo y calas estratigráficas. Además, es de mencionar que se han realizado algunas actividades de divulgación que se propusieron en el documento presentado a la Comisión Arqueológica Nacional y que se orientan al fomento de la identidad histórica y cultural en las comunidades de impacto directo e indirecto del proyecto. A continuación, se pone en evidencia dicha gestión.

### *Pozos de sondeo*

Los pozos de sondeo son unidades de excavación y recolección de material arqueológico, cuya dimensión comprende 1 metro de diámetro y una profundidad relativa en su alcance de excavación. Estas unidades son colocados cada 10 metros sobre el eje principal del Vapoducto y logran determinar la presencia o ausencia de material arqueológico sobre los terrenos (Figura 104).

La excavación de pozos se realiza por niveles arbitrarios cuyos grosores son de 20 cm cada uno y tomando como referencia la línea de superficie (profundidad b/s).

Se han propuesto 564 pozos de sondeo para el trazado total de la obra, de los cuales 344 ya se han excavado. El 20% de estos pozos cuenta con evidencia positiva para tramos que corresponden a áreas de sitios arqueológicos. A saber: tramo 1: Sitio Panales, tramo 2: Sitio Los Planes y tramo 3: Sitio Pacayal.

El material recuperado en esta operación de pozos en su mayoría corresponde a fragmentos cerámicos de supuesta adjudicación al periodo Bagaces, estimado para el 300 d.C. al 800 d.C. no obstante no se descarta componentes temporales distintos para un eventual análisis en el laboratorio.

En un segundo orden de aparición se logra recuperar material lítico de industria lasqueada y función residual, con un bajo porcentaje artefactual cuyas categorías se asocian a funciones de raspado, corte y presión, propias de actividades misceláneas.

Según el avance de excavación para esta etapa de pozos de sondeo, no se ha logrado identificar rasgos arqueológicos, estructuras, altas densidades de material o particularidades de contextos que ameriten ampliaciones o extensiones, lo que ha permitido el avance fluido de la operación.



**Figura 104.** Excavación de pozos de sondeo sobre trazado del Vaporducto.

#### *Calas estratigráficas*

La cala estratigráfica consiste en una unidad de excavación y recolección de material arqueológico. Una unidad de mayor dimensión que el pozo de sondeo (2x2m), y cuya finalidad se orienta a la percepción de estratos o capas de suelo y su asociación con el material cultural. Estas unidades permiten denunciar procesos de deposición cultural y la formación de suelo en los contextos arqueológicos.

En la propuesta de investigación se presentaron 6 calas estratigráficas de las cuales 4 ya han iniciado su excavación. Dos de estas han alcanzado su cierre en depósitos culturales y las otras 2 se encuentran en proceso.

Los alcances obtenidos en esta operación ha sido la identificación de componentes cerámicos del periodo tempisque o del periodo formativo tardío localizados en niveles estratigráficos inferiores a la capa de tefra volcánica, permitiendo estimar fechas de ocupación para el 300 a.C. hasta el 300 d.C. y argumentando procesos de reocupación en los sitios arqueológicos del proyecto después de eventos volcánicos (Figura 105).



**Figura 105.** Excavación de cala estratigráfica 2 sitio Pacayal.

*Avance de la evaluación arqueológica en Vaporductos*

La excavación de 344 pozos de sondeo y la ejecución de 4 calas estratigráficas representa un avance de un 17.98% según el cronograma de trabajo. No obstante, es hasta el avance del 40% donde las labores de campo cesan y el trabajo de laboratorio inicia para continuar profundizando sobre el patrimonio arqueológico relacionado con la obra Vaporductos, información la cual contribuirá no solo con minimizar la posible afectación al patrimonio sino proponer un mejor manejo de este recurso cultural (Figura 106).

La excavación de calas estratigráficas ha permitido la recolección de muestras de carbón, las cuales ofrecen una datación absoluta de los periodos de ocupación de los sitios, esto por medio de metodologías como la AMS (Aceleración Espectrométrica de Masas).



**Figura 106.** Curva de avance.

*Tareas de divulgación del patrimonio arqueológico del Proyecto Geotérmico Borinquen*

Del 31 de mayo al 19 de julio se realizaron visitas a centro educativos y a comunidades vecinas del proyecto, esto con el fin de exponer resultados preliminares de la investigación arqueológica y promover la consciencia histórica indígena en las personas.

Las charlas se impartieron tanto para las comunidades del área de influencia como comunidades alejadas, además de otros grupos de interés en el tema. Algunos grupos fueron: Personal del Instituto Costarricense de Electricidad - Centro de Servicios de Recursos Geotérmicos, Centros Turísticos de Miravalles, Colegio de Cañas Dulces, Colegio Técnico Profesional Fortuna de Bagaces, Comunidad de El Cedro, Comunidad de El Pital, Comunidad de Buena Vista y Comunidad de Agua Fría (Figura 107, Figura 108 y Figura 109).





**Figura 107.** Personal ICE- Centro de Servicios de Recursos Geotérmicos.



**Figura 108.** Charla en la Comunidad de El Cedro.

|  |                                       |                                      |
|--|---------------------------------------|--------------------------------------|
| INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD<br>INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN |                                       | Código:<br>F03-GS-05                 |
| GRUPO ICE  | Título<br>Lista de asistencia         | Versión:<br>2                        |
|  |                                       | Página<br>1 de 1                     |
| Solicitud de cambio N°:<br>EEMD-GS-2015-17                           | Elaborado por:<br>Gestión del Sistema | Aprobado por:<br>Gestión Empresarial |
|  |                                       | Rige a partir de<br>2016/01/18       |

ASUNTO: Arqueología en Campes Geotérmicos

FECHA: 31/5/18

| Nombre                     | Dependencia            | Firma            |
|----------------------------|------------------------|------------------|
| 1. Jordan Cordero          | C.T.P Fortuna          | Jordan C.        |
| 2. Miquel Morales          | C.T.P Fortuna          | Miquel           |
| 3. Daniel Monge            | C.T.P Fortuna          | Daniel Monge     |
| 4. Isabella Vega           | C.T.P Fortuna          | Isabella         |
| 5. Kenay Valverde Vega     | CTP Fortuna de Bagaces | Kenay            |
| 6. Rosalva Alvarado Ogalde | C.T.P. Fortuna Bagaces | Rosalva          |
| 7. Yanna Marchena Montiel  | CTP Fortuna de Bagaces | Yanna M.         |
| 8. Jason Ortega González   | C.T.P. Fortuna         | Jason O.G.       |
| 9. Marvel Atencio Lezama   | C.T.P Fortuna          | Marvel           |
| 10. Melany Lara Peralta    | C.T.P Fortuna          | Melany Peralta   |
| 11. Dalmy Calero           | C.T.P Fortuna          | Dalmy            |
| 12. Gustavo Arce Ruiz      | C.T.P Fortuna          | Gustavo Arce R.  |
| 13. Fernando Lara          | C.T.P. Fortuna         | Fer. Lara        |
| 14. Mariangel Navarro C.   | C.T.P Fortuna          | Mariangel        |
| 15. Alondra Valenciano     | C.T.P Fortuna          | Alondra V.       |
| 16. Daniela Valenciano B.  | C.T.P Fortuna          | Daniela V.       |
| 17. Julissa Navarro Lech   | CTP Fortuna            | Julia            |
| 18. Dayanara Rodríguez C.  | C.T.P Fortuna          | Dayanara R.C.    |
| 19. Fiorella Quesada E.    | C.T.P Fortuna          | Fiorella Quesada |
| 20. Mary Paz Murillo Ch.   | C.T.P. Fortuna         | Mary Paz         |
| 21. Thais Jiménez Murillo  | C.T.P Fortuna          | Thais            |
| 22. Nicde Torres Leó       | C.T.P Fortuna          | Nicde T.L.       |
| 23. Deyner Rivera Alpizar  | C.T.P Fortuna          | Deyner R.R.      |
| 24. Moisés Miranda Oliver  | C.T.P Fortuna          | Moisés Miranda   |

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

**Figura 109.** Lista de asistencia en charla arqueológica en el CTP Fortuna de Bagaces.

#### Medida MSPGB 19. Mercado agropecuario, control y manejo de la erosión.

No aplicó para este período.

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

En relación a la medida, se han realizado las siguientes actividades:

- Construcción de cerca eléctrica perimetral paralela al camino que conduce a la escombrera 2. (Figura 110).
- Fabricación y colocación de bebederos para el ganado (Figura 111).



**Figura 110.** Cerca perimetral eléctrica.



**Figura 111.** Colocación de bebederos para el ganado.

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

En el período se coordina la ubicación de personal ICE de manera permanente en el sector ubicado por el Puente sobre el Río Tizate con el objetivo de regular el paso de maquinaria pesada que pasa por el sector y facilitar la movilización de los vehículos particulares (ver Medida MFPGB 05. Reducción de la cantidad de polvo.)

En el caso de proveedores y maquinaria pesada se solicita el uso de escoltas en el camino para prevenir a los particulares el paso de la maquinaria (Ver Medida MSPGB 17. Comportamiento de trabajadores en comunidades.).

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

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

**Medida MSPGB 23. Protocolo para aislamiento del ganado.**

El detalle de las medidas implementadas para el paso y seguridad del ganado se indican en la Medida MSPGB 20. Pasos de ganado y estabilización de taludes.

**Medida MSPGB 24. Monitoreo del pH de lluvia, H<sub>2</sub>S, tejido de pastos y frutales.**

No aplicó para este período.

**Medida MSPGB 25. Plusvalía de las tierras.**

No aplicó para este período.

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

No aplicó para este período.

## **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.**

El avance en cuanto a la gestión integral de residuos sólidos del Proyecto se detalló en la medida MFPGP 16.

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

**Dispositivos anticolidión**

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 ventanas, 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.

Durante el periodo no se colocaron adhesivos.

**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, entre otros.

Durante el periodo no se colocaron dispositivos.

**Monitoreo del efecto del ruido.**

El objetivo de este monitoreo es llevar un registro mensual del ruido en los sitios cercanos a obras constructivas del Proyecto (Figura 112). El reporte de ruido incluye los datos del periodo actual.



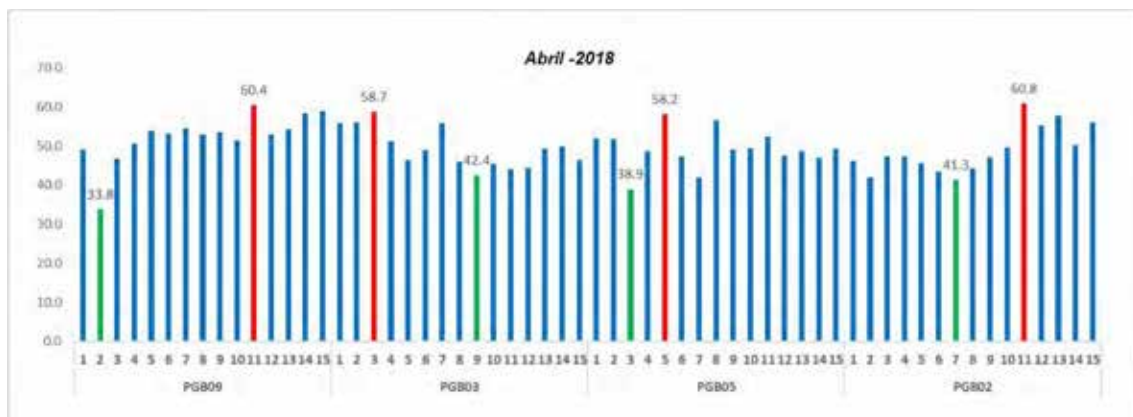


**Figura 112.** Mediciones de ruido. Proyecto Geotérmico Borinquen, junio 2018.

#### Abril 2018

En la Figura 113 se observa que los niveles promedios de ruido en abril oscilan entre los 33 y 60dB.

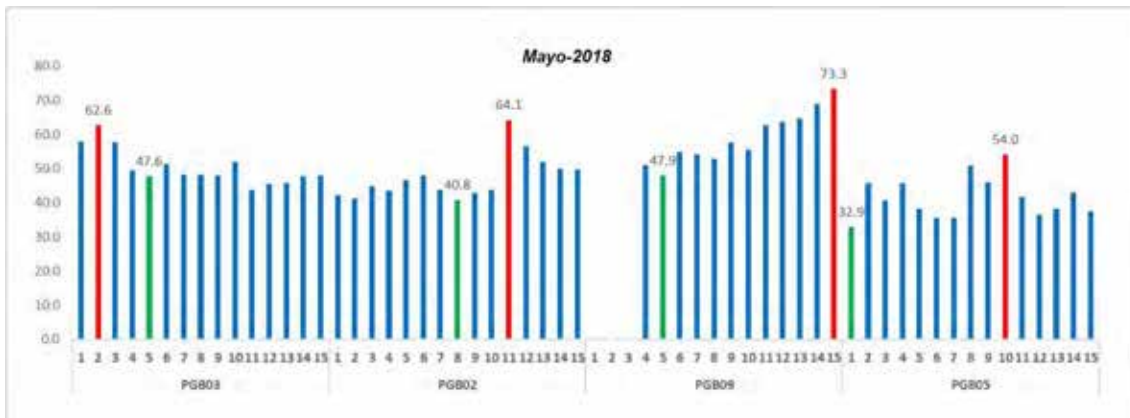
En el PGB02 se registra el valor promedio más alto, el cual corresponde a 60.8 dB. En el PGB 03 Se observa que los datos más altos corresponden a los primeros tres puntos de conteo. Estos resultados llevan esta tendencia y como se ha venido mencionando en informes anteriores se debe a que los primeros tres puntos de conteo están muy cerca de la quebrada Salitral. Por lo tanto, los puntos 1, 2, 3 muestran valores superiores a los 50 dB.



**Figura 113.** Medición de los niveles de ruido en puntos de conteo durante monitoreo de aves, Proyecto Geotérmico Borinquen, abril 2018.

#### Mayo 2018

En la Figura 114 se muestran los resultados correspondientes al monitoreo efectuado en mayo, se observa en general que tres de los cuatro transectos de monitoreo presentan promedios similares exceptuando el PGB09 que registra el valor más alto de ruido (73.3 dB), dicho sea de paso se debe aclarar que en los primeros tres Puntos no se pudo medir el ruido debido a las condiciones de lluvia en ese momento. En el PGB03 se presenta la misma condición en los primeros tres puntos de conteo.



**Figura 114.** Medición de los niveles de ruido en puntos de conteo durante monitoreo de aves, Proyecto Geotérmico Borinquen, mayo 2018.

#### junio 2018

En la Figura 115 se observa que en junio se presentan datos que oscilan entre los 35 y los 68dB.

En el transecto PGB02 se aprecia que el dato más alto se reporta en el PC 12 donde la cercanía de una cascada de agua incrementa los valores promedios de ruido.

En el PGB03 se reportan los datos más altos específicamente en los primeros puntos de conteo. Estos resultados llevan esta tendencia y como se ha venido mencionando en informes anteriores se debe a que los primeros tres puntos de conteo están muy cerca de la quebrada Salitral.

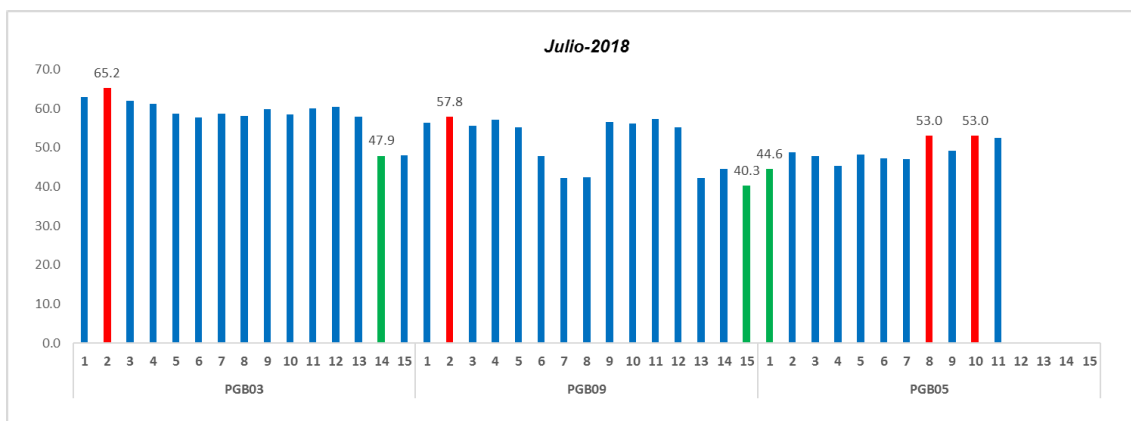
Debido a las condiciones del tiempo, en los últimos cuatro puntos del PGB03 no se pudieron realizar las mediciones.



**Figura 115.** Medición de los niveles de ruido en puntos de conteo durante monitoreo de aves, Proyecto Geotérmico Borinquen, junio 2018.

### julio 2018

En la Figura 116 se observa que únicamente están representados tres transectos los cuales presentan datos muy semejantes, los valores promedios oscilan entre los 40 y los 57, elevándose en el PGB03 (PC2) con 65.2dB. Debido a las condiciones del tiempo, en los últimos cuatro puntos del PGB05 no se pudieron realizar las mediciones.



**Figura 116.** Medición de los niveles de ruido en puntos de conteo durante monitoreo de aves, Proyecto Geotérmico Borinquen, julio 2018.

A continuación se presentan algunas de las principales fuentes de ruido que se identificaron en las mediciones en los transectos de monitoreo (Cuadro 36).

**Cuadro 36.** Registro de fuentes de ruido reportadas en monitoreo del efecto del ruido en fauna. Proyecto Geotérmico Borinquen, abril, mayo, junio y julio 2018.

| <b>Abril</b> |                   |                                   |
|--------------|-------------------|-----------------------------------|
| Lugar        | Punto de Conteo   | Observaciones                     |
| PGB03        | 1-2-3             | Ruido natural (Quebrada Salitral) |
| PGB02        | 7-8-9-10          | Ventoso (zona de bosque)          |
| <b>Mayo</b>  |                   |                                   |
| Lugar        | Punto de Conteo   | Observaciones                     |
| PGB02        | 11                | Ruido de la quebrada              |
| PGB03        | 1-2-3             | Ruido natural (Quebrada Salitral) |
| PGB09        | 10-11-12-13-14-15 | Perforadora                       |
| <b>Junio</b> |                   |                                   |
| Lugar        | Punto de Conteo   | Observaciones                     |
| PGB03        | 1-2-3             | Ruido natural (Quebrada Salitral) |
| PGB02        | 12                | Cascada de agua                   |
| <b>Julio</b> |                   |                                   |
| Lugar        | Punto de Conteo   | Observaciones                     |
| PGB05        | 8-9-10            | Ruido natural-Viento              |
| PGB03        | 1-2-3             | Ruido natural (Quebrada Salitral) |

## 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 este período.

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

No aplicó para este período.

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

No corresponde al periodo.

**ESTADO DE AVANCE CONSTRUCTIVO**

A continuación, se detallan los trabajos realizados en Borinquen con su respectivo porcentaje de avance.

**Generalidades de Obras Civiles PG-Borinquen 2018**

Las principales obras realizadas durante este periodo dentro del campo Geotérmico Borinquen se citan a continuación:

**Caminos externos.**

Se realizan las labores de mantenimiento periódico en los caminos con actividades de conformación, ampliación y construcción de cunetas en los sectores de Agua Fría, Los Coyotes, Los Cedros y Buena Vista (Figura 117).



**Figura 117.** Mejoramiento de caminos.

### **Obras Comunes.**

Durante este periodo se construyó un acceso para ingreso y salida segura para los estudiantes de la escuela de la comunidad de Curubandé, con 53 m de longitud conforme a la Ley 7600 (Figura 118) y otro acceso a la iglesia de Curubandé (Figura 119). Además, se finalizó la construcción de aceras en Buena Vista y 2km en Cañas Dulces, como parte de las obras comunales (Figura 120).



**Figura 118.** Acceso escuela de Curubandé.





**Figura 119.** Acceso iglesia de Curubandé.



**Figura 120.** Aceras de Cañas Dulces.

### **Puente sobre el río Tizate.**

Se trabajó en la construcción y el montaje de un puente Bailey sobre el río Tizate para mejorar el paso y la seguridad del mismo (Figura 121).



**Figura 121.** Construcción de puente Bailey sobre Río Tizate.

**Otras actividades:**

- Mantenimiento de la toma de agua.
- Mantenimiento de la cerca eléctrica.
- Riego de agua en las vías que atraviesan comunidades.

**Gestión de Salud Ocupacional.**

Durante el periodo no se reportan actividades relacionadas al Área Salud Ocupacional.

**TAREAS Y METAS PENDIENTES**

Elaboración del Programa de manejo aguas residuales.

Elaboración del Plan de Manejo y Acondicionamiento Final de Escombreras.

Revisión del Plan de Manejo para el Rescate y Translocación de Flora y Fauna.

Desarrollo y revisión del Plan de Restauración Ecológica de Ecosistemas Boscosos.

Revisión del Plan de Selección de Plantas y Árboles Padre.

Elaboración Plan de Gestión Integral de Residuos.

## **CONCLUSIONES**

Se trabaja en la perforación del Pozo PGB-29 en la Plazoleta PLB-09.

Se desarrollaron actividades constructivas asociadas a la reparación y mantenimiento de caminos externos e internos.

Se concluyó la construcción de 800 m de aceras en Buena Vista y 2 km en Cañas Dulces.

Se concluyó la construcción del puente sobre el Río Tizate.

Se realizan reuniones con las comunidades del AID del Proyecto, como parte del plan de relación con comunidades.

Se realizan evaluaciones arqueológicas en sitios de obra de Borinquen I (líneas de tubería de vaporductos y alcantarillado).

El monitoreo y seguimiento ambiental no detectó afectación significativa sobre los diferentes componentes ambientales.

Se verificó el cumplimiento de los compromisos ambientales establecidos en el PGA del Proyecto.

## **RECOMENDACIONES**

De acuerdo con el análisis realizado en periodos anteriores, en “Medida MBPGB 07. Monitoreo y control de atropello y estrés de mamíferos., se establecen las siguientes recomendaciones:

- Colocar pasos aéreos en sitios donde la conectividad de los reductos de bosque se vea interrumpida por la presencia de caminos. La instalación de se debe realizar en sitios donde no se pueda mantener la conectividad natural entre árboles.

## **REGISTRO FOTOGRÁFICO COMENTADO**



Entrada principal al PG Borinquen. Julio 2018.



Camino externo con mejoras estructurales y mantenimiento realizado por PG Borinquen. Entre El Pital y Entrada del Hotel Buena Vista. Julio del 2018.



Reparación de camino interno. Julio 2018.



Acera construida en Cañas Dulces. Abril 2018.





Riego de caminos externos. Mayo 2018.



Implementación de “vistas” en sector del Río Tizate. Abril 2018.





Puente sobre el Río Tizate. Abril 2018.



Señalización de vía oficial de acceso al PG Borinquen. Julio 2018.



Plazoleta PLB-02. Junio 2018.



Plazoleta PLB-03. Julio 2018.



Plazoleta OLB-05. Julio 2018.



Plazoleta PLP-09. Junio 2018.





Plazoleta PLP-09, con Máquina Perforadora Nacional perforando el pozo PGB-29. Julio 2018.



Estructuras metálicas utilizadas en estudio de corrosión ubicadas en la PLB-05 del Proyecto Geotérmico Borinquen. Julio 2018.



Planta de concreto en PGB-03. Abril 2018.



Escombrera 2. Abril 2018.



Limpieza de árboles plantados en el año 2017. Julio 2018.



Vista panorámica del Área de Proyecto del PG Borinquen. Abril 2018.



**FOTOCOPIAS DE LA BITÁCORA AMBIENTAL**



**BITÁCORA AMBIENTAL**

**PROYECTO GEOTERMICO BORINQUEN**

Ubicación: Provincia Guanacaste, Cantón Liberia,  
Distrito Cañas Dulces

EXPEDIENTE D1-8715-2012-SETENA  
RESOLUCIÓN N°1686-2014-SETENA

Desarrollador:  
Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)  
Cédula Jurídica 4-000-042139

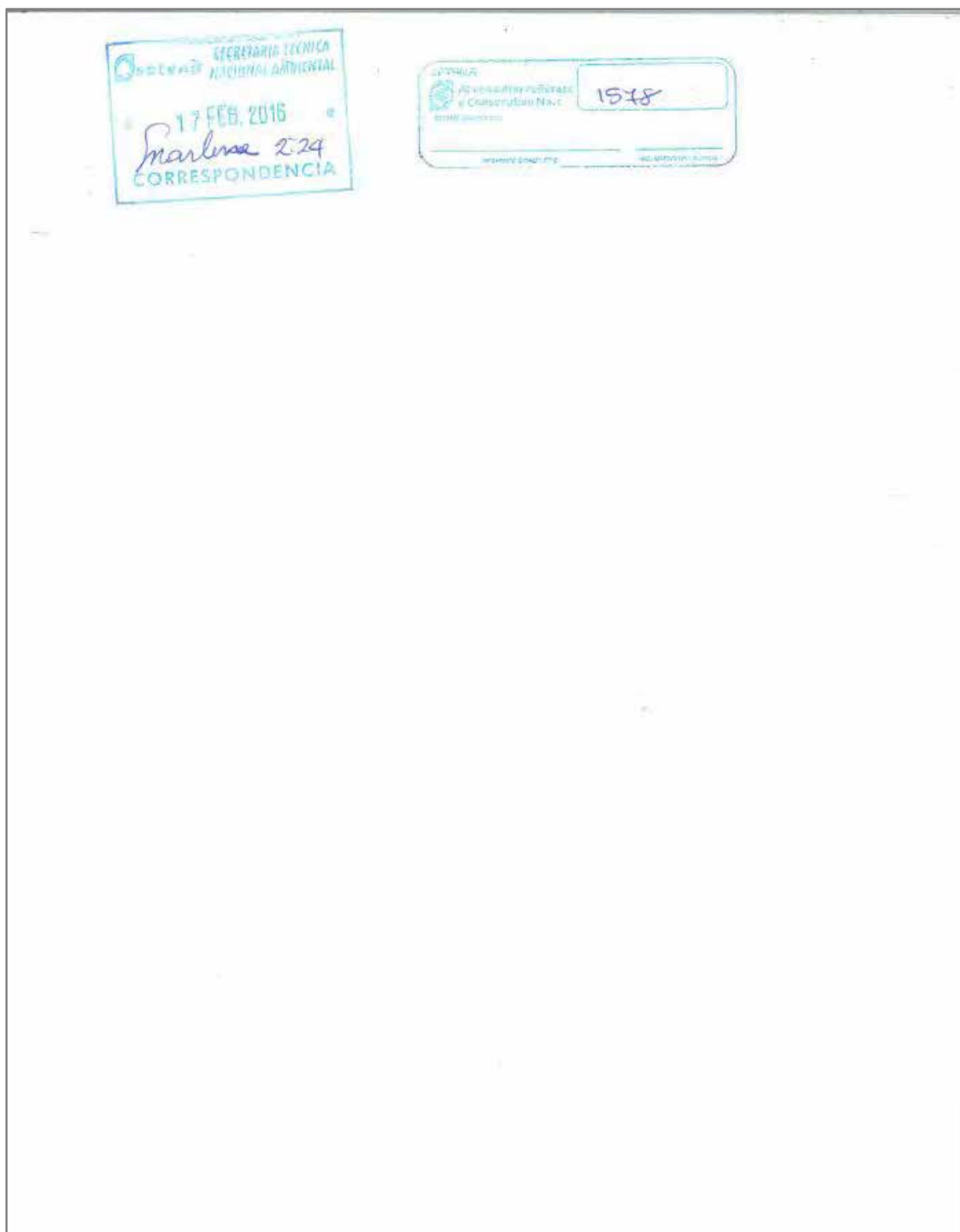
Representante Legal:  
Jorge Enrique Valverde Barrantes  
Apoderado General Sin Límite de Suma  
Cédula de Identidad: 1-0469-0192

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](mailto:elgon@ice.go.cr)

2016




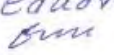
Nº de Expediente: 8715-2012-setena  
Nombre del Proyecto: Geotérmico Borinquen  
Personería jurídica: Instituto Costarricense  
de Electricidad.

Inst. de Evaluación: ESA.





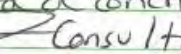

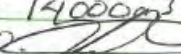


Viabilidad Ambiental: Ultragrada

Idios Presentados: BA-MGA-RA-NRA.

Técnico Responsable: Francisco Fernández V.  


Coordinador Dpto DEA: Eduardo Marillo M.  





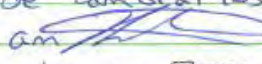


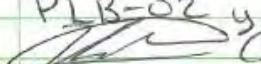

- 
- 1- Inicio de la etapa constructiva del proyecto.  
Se trabaja en la conformación de caminos internos para la aplicación de RCC (concreto compactado con rodillo) y taba-cemento. Esto se realiza en caminos internos existentes dentro del Área de Proyecto.  
28/03/2016, 12:50 pm  Consultor 021-2011.
  - 2- Se instaló el rótulo del proyecto en el sitio de acceso principal acorde a lo establecido en la Resolución N° 1235-2009-SETENA 16/04/2016 12:30 pm  Consultor 021-2011.
  - 3- Se trabaja en la instalación de planta de concreto, la cual se ubicará en la Plazoleta 3 (PGB3).  
05/04/2016, 09:00 am  Consultor 021-2011.
  - 4- Se concluyó la instalación de la planta de concreto ubicada en PGB3. 21/04/2016. 8:00 am  Consultor 021-2011.
  - 5- La Planta de Concreto ha producido alrededor 993 m<sup>3</sup> de material, el cual se ha utilizado para el tratamiento de caminos con RCC (758 m de caminos internos y cuesta del río Tizate). 23/05/2016. 3:00 pm  Consultor 021-2011.
  - 6- Se ha aplicado un tratamiento de taba-cemento en 1812 m de caminos internos (unos 14000 m<sup>3</sup> de material aplicada). 24/05/2016, 09:00 am  Consultor 021-2011.
  - 7- Se han venido realizando reuniones informativas como parte del Programa de relación con comunidades del área de influencia directa del proyecto. 10/06/2016. 08:00 am  Consultor 021-2011.
  - 8- Continúan los trabajos de acondicionamiento de caminos internos para la aplicación de tratamientos superficiales con taba-cemento y/o RCC. 15/06/2016. 03:00 pm  Consultor 021-2011.
  - 9- Continúan los trabajos de acondicionamiento de caminos internos y la aplicación de tratamiento con



2

RCC. 28/06/2016. 10:30 am.  Consultor 021-2011.



- 10- Se instalaron rótulos para la restricción de velocidad en caminos internos del proyecto, así como para la restricción de alimentación de fauna silvestre. 06/07/2016. 2:30 pm.  Consultor 021-2011.
- 11- Se han habilitado las "gurebrapatas" existentes en los caminos internos del proyecto. Se evalúa la posibilidad de cambiarlos con otro diseño. 20/07/2016. 11:00 am.  Consultor 021-2011.
- 12- Se plantaron 700 arbolitos dentro de AP del proyecto, específicamente en ambos bordes del camino de acceso principal del proyecto (Finca Hacienda Borinquen), bordes de cerca interna y bloque de terreno ubicada al noroeste de la caballeriza de la Hacienda (camino a PLB-02). 27/07/2016. 4:00 pm.  Consultor 021-2011.
- 13- Continúan los trabajos de acondicionamiento de caminos internos. 04-8-2016. 09:00 am.  Consultor 021-2011.
- 14- Se concluyeron trabajos de campo asociados a la evaluación arqueológica en sitios aledaños a PLB-02 y Escombrera 2. 07-08-2016. 10:00 am.  Consultor 021-2011.
- 15- Se realizan trabajos de mantenimiento de caminos externos asociados a rutas de paso de maquinaria y vehículos del proyecto. Ruta La Coyotera, curubandé - El cedro - Cruce Buena Vista - El Pital - entrada principal del proyecto. 16/08/2016. 1:00 pm.  Consultor 021-2011.
- 16- Se realiza la poda de árboles en el camino conocido con "La Coyotera" (camino que va de la intersección norte hacia el camino Curubandé - El cedro). La poda se realizará hasta el cruce hacia Buena Vista. Esta poda se realiza como parte del manteni-



- 3
- mento de Caminos por donde transita maquinaria y vehículos en general del proyecto. Se comunicó a la comunidad de El Cedro sobre la realización de este trabajo y sobre las previsiones y cuidados que se tendrán a la hora de realizar la poda de árboles frutales que se encuentran en el borde del camino en el centro de la comunidad. 22/08/2016. 11:00 am  Consultor 021-2011.
- 17- Continúan los trabajos de conformación de los caminos con lastre compactado para la colocación de concreto RCC hacia la plazoleta PLB-05. 07/09/2016 4:00 am  Consultor 021-2011.
- 18- Se realizan trabajos de conformación y nivelación en la plazoleta existente PLB-09 para trabajos de perforación. 13/09/2016 1:00 pm  Consultor 021-2011.
- 19- Inician labores de traslado de Máquina Perforadora Nacional desde el Campo Geotérmico Miravalles hacia el PG Borinquen, específicamente hacia PLB-09. Plazoleta existente. 19/09/2016 07:00 am  Consultor 021-2011.
- 20- Se realizan trabajos de conformación de capote rodamiento con sistema RCC entre el sitio de obra donde se construirá PLB-08 y PLB-09. Continúan las labores asociadas al traslado de la Máquina Perforadora Nacional desde el C.G. Miravalles hasta el PG Borinquen (PLB-09). 03/10/2016 11:00 am  Consultor 021-2011.
- 21- Se concluye el traslado de la Máquina Perforadora Nacional desde el C.G. Miravalles hasta el PG Borinquen (PLB-09). Se realizan trabajos de instalación de la máquina perforadora en el sitio de obra (casi concluida la instalación). Continúan los trabajos con RCC en el tramo de camino que va desde PLB-08 hasta PLB-09. 13/10/2016 1:30 pm  Consultor 021-2011.
- 22- Se trabaja en la perforación del pozo PGB-09 (inyección) en la plazoleta PLB-09. Se tiene un avance de 65 m de perforación. Asimismo, la planta de concreto está traba



4



jando en la producción de concreto, el cual está siendo utilizado para la conformación de la capa de rodamiento del tramo de camino que va de PLB-09 a la PLB-05. Al igual que el resto de caminos internos, este tramo está siendo tratado mediante RCC. 27/10/2016. 10:00 am. Consultor 021-2011.

23- Continúan los trabajos de perforación del Pozo 09 en la plazaleta PLB-09. Se cuenta con un avance de perforación de 250 metros de profundidad. Así mismo, se trabaja en la conformación de la superficie de rodamiento de caminos internos entre PLB-09 y PLB-05, preparándolos para el tratamiento en RCC. Por otra parte, se ha trabajado en el mantenimiento y reparación de caminos externos, entre la comunidad de Agua Fria - El Cedro - Cruce a Buena Vista y El Pital. Por otra parte, la Municipalidad de Liberra está realizando trabajos de reparación y mantenimiento del puente sobre el Río Tizate. El ICE brinda colaboración a la Municipalidad con trabajos asociados a remover la capa de asfalto y material dañado que tenía la superficie del puente. 14/11/2016. 2:30 pm. Consultor 021-2011.

24- Se trabaja en la perforación de PGB-09 en la PLB-09. El mismo cuenta con un avance de perforación de 604 metros de profundidad. Por otra parte, se trabaja en la colocación de RCC en un tramo de camino sobre la comunidad de El Cedro (1500m aproximadamente). La Municipalidad de Liberra aún está realizando trabajos de reparación del puente sobre el río Tizate, por lo que el paso vehicular aún se realiza por el bado construido por el ICE. (Carr terminado). Cabe destacar que no se reportan daños asociados al paso del huracán Otto. 05/12/2016. 8:00 am. Consultor 021-2011.

25- Se trabaja en la perforación del pozo PGB-09 en la plazaleta PLB-09; el mismo cuenta con un avance de perforación de 1266 m de profundidad. Por otra parte, se trabaja





5  
en la producción de RCC (Planta de concreto en PLB-03)  
para la colocación de capa de rodadura en sector de  
camino que pasa por la comunidad de El Cedro (traba-  
jo concluido) y un sector de camino entre la comunidad  
de Cerubandé y Agua fría (en proceso). Por otra parte,  
para mejorar el tránsito vehicular y prevenir acciden-  
tes, se colocaron "vistas" en el paso del río Tizate  
(uno a la entrada y otro a la salida). Cabe destacar  
que esto obedece a un acuerdo con los hoteleros de la  
zona. Así mismo, el ICE estará realizando una visita  
en conjunto con los hoteleros para determinar la posibilidad  
de ampliar o modificar el camino de acceso y salida  
sobre el paso del Río Tizate, con el objetivo de mejorar  
las condiciones del paso, evitar el atascamiento de  
maquinaria y la interrupción del paso para turistas y  
demás personas asociadas a las actividades socioe-  
conómicas de la zona. Por otra parte, se trabaja  
en la evaluación arqueológica de campo en el sitio de  
obra Casa Máquinas. Ya se realizó la evaluación eco-  
lógica del mismo sitio (flora y fauna). 17/01/2017  
9:50 am Consultor 021-2011.

26- Se trabaja en la perforación del Pozo PGB-04  
en la Plazoleta PLB-09, el mismo cuenta con un an-  
cho de perforación de 1873 metros de profundidad.  
Por otra parte, se trabaja en el mantenimiento del cami-  
no externo entre la entrada principal del proyec-  
to y el cruce que va hacia El Cedro (comunidad). Así  
mismo, se trabaja en la colocación de quiebrapetas  
en los pasos de cerco internos de la Hacienda Borinquen  
(Área de Proyecto). Se verificó que actualmente  
se trabaja en la construcción de la caseta de segu-  
ridad ubicada a la entrada principal del proyecto.  
Así mismo, se verificó la presencia de "vistas"  
en cada uno de los accesos sobre el paso



6

del Rro Tizate. Estos regulan el paso vehicular en el sitio. 20/02/2017, 10:45 am  
Consultor 021-2011.



27- Se trabaja en la perforación del pozo PGB-09 ubicada en la plazoleta PLB-09. El mismo cuenta con avance de perforación de 2300 m de profundidad. El día de hoy se está extrayendo agua que será almacenada en la fosa de agua para perforación. Se estima una profundidad total de 2500 m. Se trabaja en la construcción de la caseta de seguridad ubicada en el acceso principal al proyecto. A nivel interno no se ha avanzado con la colocación de RCC. Los trabajos reinician el día de mañana a partir de aprovisionamiento de cemento. El camino interno que está siendo intervenido corresponde al tramo entre PLB-09 y PLB-05. Por otra parte, se verificó la operación de tanquetas para el riego de caminos externos en sitios poblados. Así mismo, se verificó la colocación de rótulos con señalización de la ruta oficial a seguir en caminos internos para el acceso al proyecto (del cruce sobre la carretera interamericana (Los coyotes) hasta el acceso o entrada principal del proyecto). 06/03/2017 3:20 pm  
Consultor 021-2011.

28- Se trabaja en la perforación del pozo PGB-09, ubicada en la plazoleta PLB-09. Este proceso cuenta con un avance de perforación de 2434 m de profundidad. La planta de concreto ubicada en la plazoleta PLB-03 trabaja en la producción de concreto el cual es utilizado en la reparación de caminos internos (en el AP), específicamente se está colocando una capa de rodamiento tipo RCC. Actualmente se trabaja en la colocación de RCC en el camino que va entre PLB-09 y PLB-05. Se tiene programado finalizar las labores de perforación del pozo PGB-09 en la tercer semana del mes de marzo.





Así mismo, se tiene programado que el inicio del traslado de la máquina perforadora Natronal desde el P6 Borinquen al P6 Los Parlas inicie el 27 de marzo del 2017. Por otra parte, se verificó la operación de la tanqueta que realiza el riego de caminos externos, específicamente en sitios poblados donde se ha identificado la necesidad de realizar el mismo. En cuanto a la caseta de seguridad que se construye en el sitio de acceso principal al proyecto, se verificó que la misma cuenta con un porcentaje de avance cercano al 90%. 13/03/2016 2:50 pm ~~Consultor~~ Consultor 021-2011.

29- Se concluyó la perforación del pozo P6B-09, ubicado en la Plazoleta PLB-09 (Inicio 18/10/2016-Final 24/03/2017). El pozo alcanzó una profundidad total de 2512 m. Se trabajó en el proceso de traslado de la máquina perforadora Natronal desde el P6 Borinquen hacia el P6 Los Parlas Unidad II. La planta de concreto ubicada en la Plazoleta PLB-03 trabaja en la producción de concreto el cual es utilizado en la reparación y mejora de caminos internos, específicamente en la conformación de la capa de rodamiento tipo RCC del camino que va de la plazoleta PLB-09 a la PLB-09. Por otra parte, se inició con la ampliación de la plazoleta PLB-05, en primera instancia se realizará la ampliación para la construcción de un nuevo contrapozo (todo dentro de lo establecido en el informe técnico ambiental de modificación de obras del P6 Borinquen, aprobado a partir de la Resolución N°2285-2016-SETENA). Así mismo estas labores de ampliación se están realizando dentro del área de terreno arrendado por el ICE correspondiente al sitio de obra. Por otra parte, se verificó la operación de la tanqueta que realiza el riego de caminos externos, específicamente en sectores poblados donde se ha identificado la necesidad de realizar el mismo para la mitigación de polvo. En cuanto a la



8



caseta de seguridad ubicada en el sitio de acceso principal al proyecto, se verificó que sus construcciones fue finalizada. 03/04/2017 2:30pm Consultor 021-2011.


- 30- Se trabaja en el proceso de traslado de la máquina perforadora Natronal desde el PG Borinquen hacia el PG Las Pailas Unidad II. Hasta la fecha se cuenta con un porcentaje de avance del traslado del 72% aproximadamente (34 viajes de 116 viajes totales estimados). La Planta de concreto ubicada en la plazuela PLB-03 trabaja en la producción de concreto el cual es utilizado para la reparación y mejora de caminos internos (AP), específicamente en la conformación de la capa de rodamiento tipo RCC del camino que va desde la PLB-09 a la PLB-05. Por otra parte, se realizan trabajos para la ampliación de la PLB-05, donde se han realizado algunos cortes de terreno cuyo material resultante ha sido utilizado para el relleno de otros sectores del mismo sitio de obra. Por otra parte, se trabaja en la reparación de caminos externos (entre la entrada principal del Hotel Borinquen y la entrada de Hotel Buena Vista). Así mismo, se verificó la operación de la tanqueta que realiza el riego de caminos externos. Por otra parte se verificó el uso de escafos en el proceso de traslado de máquina perforadora Natronal, la presencia de "vestas" sobre el paso del río Tizate y la presencia de maquinaria ubicada en el mismo sitio, la cual tiene como objetivo intervenir de forma oportuna en caso que se presente atascamiento de maquinaria en ese sector. 17/04/2017 2:00pm Consultor 021-2011.

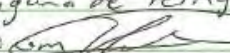
- 31- Se trabaja en la construcción de un contrapozo en la Plazuela PLB-05. Se han implementado medidas de control de procesos críticos, para dar el manejo adecuado al material (trera) que se almacena de forma temporal dentro de la misma plazuela. El material fue compa





9

1- Se construyó un sedimentador en un sector  
2- estratégico de la plazaleta y se utilizan plásticos para  
3- cubrir los cúmulos de tierra orgánica (tierra negra). Por  
4- otra parte, se trabaja en la ampliación de un pequeño sector  
5- de la plazaleta PLB-09 para la construcción de un nue-  
6- vo contrapozo. Al igual que en la PLB-05, el material  
7- producto del corte se está almacenando de forma  
8- temporal dentro de la misma plazaleta (verstrar es  
9- habilitado la Escombrera 2). Se han implementado  
10- medidas para el control de sedimentos. Por otra parte  
11- se realiza trabajo de campo asociado a las evaluaciones  
12- arqueológicas en los sitios de obra asociados a la  
13- PLB-02 (sectores aledaños donde se ubicará estación  
14- separadora y laguna de reinyección). 26/04/2017  
15- 2:30 pm  Consultor 021-2011.

32- Se trabaja en la construcción de un contrapozo a la Plaza-  
17- leta PLB-09. La construcción del contrapozo en PLB-05 ya  
18- fue terminada. Se corroboró la implementación de medidas  
19- de control para la prevención y mitigación de procesos  
20- erosivos del material almacenado en las Plazaletas PLB-05 y  
21- PLB-09. Por otra parte, se trabaja en el cercado per-  
22- metral del sitio de obra Escombrera 2. Por otra parte,  
23- se realizan trabajos para la reubicación del camino-sen-  
24- dero ubicado al costado sur de PLB-02 (sitio acorda-  
do con los propietarios y administrador del Hotel  
Borinquen. Continúa el trabajo de campo asociado a  
los evaluaciones arqueológicas en sitios de obra aleda-  
ños a la PLB-02 (satélite, laguna de reinyección, Vaporduc-  
tos). 11-05-2017 10:00 am  Consultor 021-2011.

33- Se concluyó la construcción de un contrapozo a la pla-  
17- zaleta PLB-05 (3°). Se verificó la implementación de medi-  
18- das para el control de sedimentación en PLB-05 y  
19- PLB-09 (por almacenamiento temporal de materiales de  
20- corte, que luego serán trasladados a la Escombrera 2.



10

Se concluyó la construcción del cercado perimetral de la Escombrera 2. Por otra parte, se amplió un pequeño sector de la plazuela PLB-02 para la construcción de un nuevo contrapozo (sector sur, 3er contrapozo). Se está almacenando, de manera temporal, los materiales producto de la excavación y corte realizados en el mismo sitio de obra, mientras se habilita la Escombrera 2. Mientras tanto, se implementan medidas de control para prevenir y mitigar procesos erosivos y arrastre de sedimentos. Por otra parte, se realiza trabajo de campo asociado a las evaluaciones arqueológicas para la ampliación final de la plazuela PLB-09. 28/05/2017 9:30 am  
Consultor 021-2011

34- Se trabajó en la construcción de un nuevo contrapozo en la plazuela PLB-09, en el mismo sitio de obra se realizan trabajos para la construcción del drenaje del contrapozo. Iniciaron los trabajos de construcción de un nuevo contrapozo en la plazuela PLB-02. El material producto de la ampliación y de la excavación del contrapozo es almacenado en el mismo sitio de obra (temporalmente). Cabe destacar que por el tipo de material del sitio, buena parte del mismo fue reutilizado en la conformación de la base y borde del contrapozo. Se verificó la implementación de medidas de control para prevenir y mitigar procesos erosivos y arrastre de sedimentos. Por otra parte, continúan los trabajos en campo asociados a la evaluación arqueológica en los sitios de obra adyacentes a la Plazuela PLB-02 (Laguna de reinyección LRB-02, Estación separadora ESB-01 y Buffer de la plazuela). Por otra parte, se inició la colocación de postes metálicos a lo largo de todo el camino interno principal, los cuales funcionan de soporte para la colocación de una cerca eléctrica que servirá para la regulación del paso y movimiento del ganado a lo interno de la finca. Cabe desta





11

34- Por que esta acción se llevara a cabo a partir de  
solicitud por parte de los propietarios de la Hacia-  
da Borinquen, 21-06-2017. 11:00am  
Consultor 021-2011.

35- Se concluyó la construcción del contrapozo en la plazuela  
PLB-09, así como la construcción del nuevo contrapozo en  
la Plazuela PLB-02. Se verificó la implementación de  
medidas de prevención y mitigación de procesos erosivos  
y arrastre de sedimentos. Por otra parte, se está trabajando  
en la instalación de la cerca eléctrica a lo largo del cami-  
no interno principal (aún no lo termina la empresa con-  
tratada). Continúan los trabajos de campo asociados a  
los sitios de obra alrededor a la plazuela PLB-02 (lagu-  
na de reinyección LEB-01, Estación separadora ESB-02 y Buffer  
de la Plazuela). Por otra parte, se resembraron árboles  
de corteza amarilla en el borde del camino principal (sector  
de acceso principal al proyecto). 17/07/2017 2:30 pm  
Consultor 021-2011.

36- Se condujo la instalación de la cerca eléctrica a lo largo  
del camino interno principal. Se condujo la capa de  
rodamiento tipo RCC a lo largo del camino interno prin-  
cipal. Se trabaja en la habilitación de la Escambre-  
ra 2 (Esc-02), ubicada al costado este de la PLB-09.  
Inició el trabajo de ampliación en la plazuela PLB-02.  
El material removido será trasladado a la Escambre-  
ra 2. Los trabajos de ampliación se realizan dentro del  
área de alquiler de terreno vigente. Por otra parte,  
se continuó con la realización de evaluaciones ecoló-  
gicas y arqueológicas en sitios de obra, acorde a lo  
establecido en el informe técnico de modificación  
aprobado mediante Resolución N° 2285-2016-SETENA.  
Por otra parte, se trabaja en la construcción de la  
acera que va de la caseta-parada de bus frente al  
campamento del ~~del~~ ICE hasta el Centro de la



12

comunidad de Cunubandé, 27/07/2018 2:30 pm  
Consultor 021-2011.

37- Se trabaja en la ampliación de la plazoleta PLB-02. Los materiales extraídos son depositados en la Escombrera Esc-02. En el sitio de obra se implementan medidas de control para la prevención y mitigación de la erosión y arrastre de sedimentos. Se concluyó el establecimiento de la capa de rodamiento tipo RCC a lo largo del camino interno principal (cruce hacia PLB-05). Se continúan con las evaluaciones arqueológicas en sitios de obra. 17/08/2017 4:00 pm  
Consultor 021-2011.

38- Continúan los trabajos asociados a la ampliación de la plazoleta PLB-02. El material extraído está siendo depositado en la escombrera Esc-02. Se realizan trabajos asociados al mantenimiento de caminos externos, particularmente entre el cruce de El Cedro y el acceso principal al área de proyecto. Por otra parte, continúan los trabajos de campo asociados a las evaluaciones arqueológicas en sitios de obra. 05/09/2017 2:40 pm  
Consultor 021-2011.

39- Se concluyó con la ampliación de una de las terrazas de contrapozos de la plazoleta PLB-02. Todo el material extraído ha sido dispuesto en la escombrera Esc-02. Se trabaja en la ampliación de una de las terrazas de contrapozos de la plazoleta PLP-09. El material extraído es depositado en la escombrera Esc-02. Durante las labores de ampliación se cuenta con acompañamiento por parte del área de gestión ambiental del proyecto (Biología y Arqueología). Se realizan labores de mejora y mantenimiento de caminos externos. Se están construyendo pasos de alcantarilla entre el cruce de El Cedro y el sitio de acceso principal al proyecto. 28/09/2017 1:00 pm  
Consultor 021-2011.





13

40 Continúan los trabajos para la ampliación de una de las terrazas de la plazoleta PLB-09. El material extraído está siendo depositado en la Escombrera 2. Durante las labores de ampliación se cuenta con acompañamiento por parte del área de gestión ambiental del proyecto (Arqueología y Biología). Así mismo, se concluyó el cercado perimetral de este mismo sitio de obra. Por otra parte, se realizan labores de mantenimiento y mejora de caminos internos y externos. Se construyen pasos del alcantarilla en caminos externos, así como cunetas en sitios estratégicos de estos caminos. Continúan los trabajos de campo asociados a las evaluaciones arqueológicas en sitios de obra.

26/10/17 11:00 am Consultor 021-2011.

41 Continúan los trabajos asociados a la ampliación de la plazoleta PLB-09. Durante los trabajos de ampliación se cuenta con personal de Gestión Ambiental del proyecto (Arqueología y Biología). Todo el material extraído está siendo depositado en la escombrera Esc-02. Por otra parte, continúan los trabajos de campo asociados a evaluaciones arqueológicas en sitios de obra. Así mismo, a los sitios de obra se implementan medidas para la prevención y mitigación de erosión de sedimento fuera de los mismos (barreras y trampas de sedimentos). Continúan los trabajos de mantenimiento y mejora de caminos externos, específicamente con la construcción de cabezales de alcantarillas y cunetas en sitios estratégicos. Por otra parte, inició la construcción de un tramo de acera en la comunidad de Buena Vista, 20/11/17. 09:00 am Consultor 021-2011.

42 Continúan trabajos asociados a la ampliación de la plazoleta PLB-09. Durante los trabajos de



14



de ampliación se verificó la presencia de personal de Gestión Ambiental del Proyecto (Arqueología y Biología). Todo el material extraído es depositado en la Escombrera 2. Se culminó la perforación del pozo de gradiente para la extracción de agua en la PLB-09. La Perforadora de Gradiente fue trasladada hasta otro sitio de perforación en la plazaleta PLB-07 (sitio de obra no construido aún), donde perforará un nuevo pozo para la extracción de agua. Por otra parte, finalizó la construcción de la acera en la comunidad de Buena Vista. Asimismo, continúan los trabajos de reparación y mantenimiento de caminos externos. 13/12/2017 1:30 pm  
Consultor O21-2011.

43- Continúan los trabajos de ampliación en la plazaleta PLB-09. Se verificó la presencia de personal de Gestión Ambiental del Proyecto (Arqueología y Biología). El material extraído es depositado en la Escombrera 02. La perforadora de gradiente se encuentra perforando un pozo para extracción de agua a el sitio de obra donde será construida la Plazaleta PLB-07. Inicia la construcción de la acera en la comunidad de Cañas Dulces. Asimismo, se continúa con algunas actividades puntuales de reparación de caminos externos. Por otra parte, se ha colocado señalización preventiva a lo largo de la ruta externa hacia el proyecto, la cual cuenta con representaciones pictográficas, indicaciones en idioma español e Inglés. 18/01/2018. 15:30  
Consultor O21-2011.

44- Se realizan trabajos de mantenimiento y reparación de caminos internos y externos (sobre las rutas oficiales de transporte de maquinaria y equipo y personal al proyecto). Se trabaja en la construcción de la acera de cañas Dulces. Inicia el traslado de la máquina perforadora



15

Nacional desde el PG ~~Borinquen~~ Las Pailas hacia el PG Borinquen. El sitio PLB-09 fue habilitado para la instalación y operación de la máquina perforadora. Por otra parte, se perfora un pozo de gradiente en el sitio de obra PLB-07 (pozo de agua). Así mismo, se trabaja en la impermeabilización de la laguna de contrapozos en la Plazoleta PLB-02. Por otra parte, se instalaron más rótulos desde la carretera interamericana hasta el proyecto (instalación con ruta oficial del proyecto y rotulación preventiva). 16/02/2018 11:00 am  
Consultor 021-2011.

45- Se realizó el traslado de la Máquina Perforadora Nacional desde el PG ~~Borinquen~~ Las Pailas hasta el PG Borinquen específicamente hasta la Plazoleta PLB-09. Arrancó el proceso de perforación profunda en PLB-09. Se perfora un pozo de gradiente en el sitio de obra PLB-07 (pozo de agua). Se trabaja en la impermeabilización de la laguna de contrapozos en la plazoleta PLB-02. Por otra parte, se realizan trabajos de mantenimiento y reparación de caminos externos. Se trabaja en la construcción de la acera en la comunidad de Cañas Dulces. Así mismo, se concluyeron los trabajos de campo de los estudios arqueológicos de proyecto, específicamente en sitios de obra de Borinquen I. 14/03/18 03:00 pm  
Consultor 021-2011.

46- Se instaló un puente bailey Mabey Compact 200 de 30 metros de longitud sobre el puente existente en el paso sobre el Rio Tizate, con una capacidad de 40 toneladas de peso. Se realizan trabajos de mantenimiento de caminos externos, particularmente en el tramo de camino entre Curubande y el cruce a Buena Vista (pasando por Aguafria y El Cedro). La máquina





16

na Perforadora Nacional se encuentra perforando el pozo 29 en la plazaleta PLB-09. Hasta el día de hoy cuenta con 405 m de perforación. Por otro parte se verificó la realización de riego con tanqueta en sectores de camino público con presencia de casas de habitación. 13/04/2018 15:00 pm Consultor 021-2011.

47- Se trabaja en la perforación del Pozo 29 (PGB-29) ubicada en la plazaleta PLB-09. Hasta la fecha de la visita se cuenta con un avance de perforación de 766 m de profundidad. Este proceso lo está llevando a cabo la Máquina perforadora Nacional 110-E. Se implementan actividades de mantenimiento y reparación de caminos externos. Asimismo se implementa el riego de agua con tanqueta en sectores de camino externo asociados a comunidades. 14/05/2018 3:30 pm Consultor 021-2011.

48- Continúa la perforación del pozo PGB-29, ubicada en la plazaleta PLB-09. Hasta la fecha se cuenta con un avance de perforación de 1759 m de profundidad. Se implementan algunas actividades de mantenimiento y reparación de caminos externos. Se implementa el programa de monitoreo ambiental (calidad de aire, ruido, aguas, lluvias, flora, fauna, entre otros). Se concluyeron las pruebas en el pozo de gradiente en el sitio de Obra PLB-07. 11/06/2018 1:00 pm Consultor 021-2011.

49- Se trabaja en la perforación del pozo PGB-29 ubicada en la plazaleta PLB-09. Hasta la fecha cuentan con un avance de perforación de 2294 m de profundidad. En el sitio de obra se implementan medidas de control ambiental para prevenir y mitigar impactos ambientales asociados al ruido, gases, derrame de hidrocarburos, manejo de residuos, entre otros. Continúa Se implementan monitoreo ambiental dentro y fuera del área de proyecto (ruido, calidad de aire, lluvias, aguas superficiales, fauna, flora, entre otros). Se realizan trabajos de reparación y

|    |                                        | 17 |
|----|---|----|
| 1  | monitoreo del camino interno y algunas acti   |    |
| 2  | vidades en caminos externos. La planta de concreto  |    |
| 3  | no está siendo utilizada para la producción de  |    |
| 4  | concreto. Por otra parte, se trabaja en la perforación  |    |
| 5  | de un nuevo pozo de gradiente en PLP-07. Cabe des   |    |
| 6  | tañar que a solicitud del Hotel Borinquen, se se  |    |
| 7  | realizaron más monitoreos en los sectores de terreno  |    |
| 8  | asociados de forma directa al Hotel (calidad de   |    |
| 9  | agua, ruido, fauna y estación de monitoreo ambiental).  |    |
| 10 | 09/07/2018 4:00pm  Consultor 021-2011. |    |
| 11 |   |    |
| 12 |   |    |
| 13 |   |    |
| 14 |   |    |
| 15 |   |    |
| 16 |   |    |
| 17 |   |    |
| 18 |   |    |
| 19 |   |    |
| 20 |   |    |
| 21 |   |    |
| 22 |   |    |
| 23 |   |    |
| 24 |   |    |
| 25 |   |    |
| 26 |   |    |
| 27 |   |    |
| 28 |   |    |
| 29 |   |    |
| 30 |   |    |
| 31 |   |    |
| 32 |   |    |
| 33 |   |    |
| 34 |   |    |
| 35 |   |    |





**Anexo 2.** Plan de Gestión Ambiental del Proyecto Geotérmico Borinquen. A partir de Informe técnico ambiental de modificación de obras del PG Borinquen, aprobado a partir de Resolución N° 2285-2016-SETENA.

| 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)                            |
|----------------------------------|---|--|---|---|--|--|--|--|---|--|---|
| <b>COMPONENTE FÍSITO-QUÍMICO</b> |   |  |   |   |  |  |  |  |   |  |   |
| MFPGB 01                         | <p>Movimientos de tierra.</p> <p>Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 1G.</p> | 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) | <p>1) Los vehículos que circulen por las carreteras deben contar con el permiso de circulación respectivo. (RTV y Marchamo).</p> <p>2) La maquinaria, vehículos y equipo deben contar con un programa de mantenimiento, que garantice un funcionamiento eficiente de manera que las emisiones sean mínimas.</p> <p>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.</p> | Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto) <b>Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación</b> (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) | <p>Se debe elaborar <b>informes de seguimiento trimestrales</b> 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).</p> <p>Medida 2: número total de vehículos / número vehículos con mantenimiento al día = 1 (se debe realizar una <b>revisión mensual</b>, y se debe llevar un registro con las copias de las fichas técnicas de mantenimiento de cada vehículo).</p> <p>Medida 3: número total de vehículos / número vehículos sin fugas o problemas = 1 (Se debe realizar una <b>revisión mensual</b> y se debe mantener un registro con fotográfico digital de las inspecciones).</p> | Inicio de las actividades del proyecto | Fase de abandono de la planta (final de la vida útil) |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)                            |
|------------------|--|--|---|---|---|---|--|---|---|--|---|
| MFPG 02          | Fase Perforación de pozos - Operación de la planta geotérmica.<br><br>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.<br><br>2) Se debe implementar un programa de monitoreo periódico de inmisiones de gases (H <sub>2</sub> S, CO <sub>2</sub> ) en puntos cercanos a áreas pobladas y dentro de la planta de generación ( <b>minimo un monitoreo por trimestre</b> ). | <b>Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación</b> (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 <b>informes de seguimiento trimestrales</b> que incluyan: Medida 1: número total de sistemas de dispersión / número sistemas de dispersión en buen estado = 1 (Se debe <b>realizar una inspección anual</b> y mantener un registro fotográfico de las condiciones de los sistemas de dispersión de gases.)<br><br>Medida 2: Concentración de H <sub>2</sub> S medida / Límite permitido en exposición continua 24 horas 150 <sup>4</sup> g/m <sup>3</sup> o 0.1 ppm de concentración de ese gas en el aire. Se deben <b>realizar mediciones mensuales</b> 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) |
| MFPG 03          | Fase Perforación de pozos- Operación de la planta geotérmica.<br><br>Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 13, 15, 17, 18.  | Calidad del aire.                      | Efectos del H <sub>2</sub> S 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.  | <b>Director del CS Recursos Geotérmicos –</b> (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 <b>informes de seguimiento trimestrales</b> que incluyan: Medida 1: pH medido o pH (valores mínimo 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) |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 04         | Fase Perforación de pozos- Operación de la planta geotérmica.<br><br>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 <sub>2</sub> S. | DE-30221-S Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5) | <p>1) Se debe implementar un sistema para el monitoreo contante de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S dentro de la planta de generación y en las máquinas perforadoras. Estos sistemas deben contar con alarmas audibles (10 ppm de H<sub>2</sub>S, 5000 ppm de CO<sub>2</sub>), que permitan a los encargados de los procesos tomar medidas para la integridad de los trabajadores.</p> <p>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<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub>. Estos equipos deben contar con alarmas audibles (10 ppm de H<sub>2</sub>S, 5000 ppm de CO<sub>2</sub>), que permitan a los encargados de los procesos tomar medidas para resguardar la integridad de los trabajadores.</p> <p>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.</p> | <b>Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación</b> (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) | <p>Se debe elaborar <b>informes de seguimiento semestrales</b> que incluyan: Medida 1: número total de equipos de medición / número equipos funcionando en forma adecuada = 1 (Se debe <b>realizar una revisión mensual del estado de los equipos</b>, se debe mantener un registro de los reportes de las inspecciones y mantener un registro de los informes de revisión).</p> <p>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 <b>repetirse las capacitaciones en forma anual</b>).</p> | Inicio de las actividades del proyecto | Fase de abandono de la planta (final de la vida útil) |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 05         | <p>Fase Perforación de pozos - Operación de la planta geotérmica.</p> <p>Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 13, 14, 17, 18, 20.</p> | Calidad del aire                       | Contaminación del aire por sólidos en suspensión. | DE-30221-S - Reglamento Sobre de Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5) | <p>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.</p> <p>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.</p> | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> - (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 | <p>Medida 1: Plan de acción aprobado por la Dirección del Proyecto para llevar un monitoreo sobre esta contaminación del aire y dictado de medidas atenuantes - Informes <b>semestrales</b> de seguimiento a la implementación del plan de acción.</p> <p>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.</p> <p>Medida 3: número total de conductores / número de conductores capacitados.</p> | Inicio de las actividades del proyecto | Fase de abandono de la planta (final de la vida útil) |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 06         | Fase de Operación. Número de acción 18       | Calidad del aire                       | Por fugas no controlables en empaques y uniones del equipo electromecánico en la CM | <p>Ley General de Salud</p> <p>Ratificación del Protocolo de Montreal relativo a Sustancias que Agotan la capa de ozono</p> <p>Ley de Tránsito</p> <p>Ley Orgánica del Ambiente</p> <p>Aprobación del Protocolo de Kyoto-Convención de las Naciones Unidas</p> <p>Reglamento de control de ruidos y vibraciones</p> <p>Normas de Control de Combustible y Emisiones de Vehículos del Estado.</p> <p>Reglamento para el control de emisiones de gases y contaminantes por vehículos automotores</p> <p>Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido</p> <p>Reglamento para la Revisión Técnica Integral de Vehículos Automotores</p> <p>Reglamento de Inmisión de Contaminantes Atmosféricos</p> <p>Reglamento control de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono</p> | <p>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<sub>2</sub>S 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.</p> | <b>Director del Centro de Generación</b> (equipo de gestión ambiental de la planta) | <p>Prever que se produzca afectaciones fatales a los funcionarios</p> <p>Verificar las condiciones de los sitios antes de ingresar mediante la medición de gases</p> <p>valorar la temperatura y humedad</p> <p>Garantizar el equipo de protección personal</p> <p>Valorar los riesgos internos y externos previo a las labores.</p> | 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) |



**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 07         | Fase de construcción.<br><br>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)<br>- 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.<br><br>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. | <b>Director del Proyecto</b><br>(equipo de gestión ambiental del proyecto) | Mantener los niveles de ruido producto de la operación de maquinaria, 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.<br><br>Medida 2: Número total de vehículos / Número vehículos sin problemas = 1 (Se debe realizar una <b>revisión mensual</b> y se debe mantener un registro con fotográfico digital de las inspecciones) | Inicio de las actividades del proyecto | Finalización de la fase de construcción. |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)                            |
|------------------|--|--|--|--|---|---|--|---|---|--|---|
| MFCGB 08         | Fase de operación.<br><br>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) | <p>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.</p> <p>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.</p> <p>3) Los diseños de los sistemas de silenciadores en los pozos y en las 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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> | <b>Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación</b> (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 | <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Medida 5: Implementación de plan de Contingencia: Ejecución de medidas correctivas.</p> | Antes del inicio de las actividades de la planta (final de la vida útil) | Fase de abandono de la planta (final de la vida útil) |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)                            |
|------------------|---|--|---|--|---|--|--|---|--|---|---|
| MFPGGB 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 <b>negativos sobre la salud de los trabajadores</b> . | 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.<br><br>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   | <b>Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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: <b>Informe mensual de seguimiento</b> por parte de Salud Ocupacional durante los periodos de perforación de pozos. (Niveles de ruido y uso equipos de protección).<br><br>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) |
| MFPGGB 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 <b>molestias a los turistas y hoteles cercanos</b> .   | 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.<br><br>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.<br><br>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. | <b>Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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 <b>periodicidad mínima mensual</b> durante los períodos 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) |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 11         | Fase de Operación.   | Ruido Natural                          | Contaminación sónica (ruido) en sitios confinados de la CM | Reglamento a la Ley Nacional de Emergencias<br>Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido<br>Procedimiento para la Medición del Ruido<br>Constitución Política<br>Código de Trabajo<br>Ley General de Salud<br>Ley sobre Riesgos de Trabajo<br>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.  | <b>Director del Centro de Generación</b> (equipo de gestión ambiental de la planta)  | Prever la ocurrencia de incidentes/accidentes en los sitios de riesgo dentro del Casa de Maquinas<br>Capacitar al personal en materia de seguridad ocupacional.<br><br>Verificar el buen mantenimiento de los equipo de protección personal.<br><br>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.-<br><br>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.<br><br>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.<br>2) Canalizar las aguas por medias canoas, canales perimetrales entre otros en las plataformas para reducir el arrastre de sólidos.<br>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.<br>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. | <b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto )- <b>Director del CS Recursos Geotérmicos</b> - (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 <b>informes de seguimiento trimestrales</b> que incluyan: Medida 1: m2 de talud tratados / m2 de talud = 1.<br><br>Medida 2: número de plataformas construidas / número de plataformas tratadas.<br><br>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) |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 13         | <p>Fase de construcción - Movimientos de tierra.</p> <p>Número de acción (es) de la matriz causa - efecto: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 1G</p> | Agua superficial                       | Contaminación del agua superficial por derrames accidentales de lubricantes o combustibles | Ley 7554 - Ley Orgánica del Ambiente (art. 59, 60, 67) | <p>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.</p> <p>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 <b>NFPA 706</b> y contar con las fichas de seguridad de los productos almacenados.</p> <p>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.</p> <p>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 <b>personal capacitado</b> en el manejo del material de contención, al menos dos personas por frente.</p> | <p><b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto)</p> <p><b>-Director del CS Recursos Geotérmicos</b> - (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)</p> | <p>Garantizar que el uso de la maquinaria, equipo y vehículos no generan contaminación de las aguas.</p> | <p>Costo incluido en el presupuesto o de construcción del proyecto</p> | <p>Se debe elaborar informes de <b>seguimiento trimestrales</b> que incluyan: Medida 1: número total de equipos / número de equipos en condiciones adecuadas = 1</p> <p>Medida 2: número de sitios de almacenaje o contenedores para los lubricantes residuales / número de sitios con ( trampas, almohadillas diques ) con características y dimensiones establecidas según la legislación</p> <p>Medida 3: kg de residuos generado / kg de residuos enviados a coproceso</p> <p>Para todos los indicadores deberá llevarse controles mensuales y un registro fotográfico de los trabajos realizados.</p> <p>contingencias atendidas / Contingencias ocurridas</p> | Inicio de las actividades del proyecto | Fase de abandono de la planta (final de la vida útil) |



**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)                            |
|------------------|--|--|---|---|--|--|---|---|---|--|---|
| MFCGB 14         | Fase de Operación del campo.<br><br>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.<br><br>2) Las lagunas de sedimentación deben contar con sistemas de impermeabilización.<br><br>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).<br><br>4) En caso de ocurrir eventuales derrames de líquido geotérmico, establecer un plan de contingencia para su atención inmediata | <b>Director del CS Recursos Geotérmicos</b> - (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.<br>Medida 2: número total de lagunas / número de lagunas impermeabilizadas = 1.<br><br>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.<br><br>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.<br><br>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) |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)                            |
|------------------|---|--|---|--|--|--|---|---|--|--|---|
| MFPG 15          | Fase de construcción y operación.<br><br>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) | <p>1) Debe establecerse un programa para el manejo de aguas residuales y residuos líquidos contaminantes (hidrocarburos entre otros).</p> <p>2) Todo el personal deberá ser capacitado en materia de manejo de residuos, tanto ordinarios como peligrosos.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación</b> (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 | <p>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.</p> <p>Medida 2: número total de colaboradores / número de colaboradores capacitados. Estas capacitaciones deberán renovarse de forma anual.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> | Inicio de las actividades del proyecto | Fase de abandono de la planta (final de la vida útil) |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)                            |
|------------------|---|--|--|--|--|--|---|---|--|--|---|
| MFGB 16          | Fase de construcción y operación.<br><br>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) | <p>1) Debe establecerse un programa para el manejo de residuos.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>4) No podrán manejarse residuos en fosas o sistemas que no estén debidamente ajustados a los lineamientos emitidos por el Ministerio de Salud.</p> <p>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.</p> | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación</b> (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 | <p>Se debe elaborar <b>informes de seguimiento trimestrales</b> que incluyan:<br/> 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.</p> <p>Medida 2: número total de colaboradores / número de colaboradores capacitados. Estas capacitaciones deberán renovarse de forma anual.</p> <p>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.</p> <p>Medida 4: Documento donde se verifica el cumplimiento de las directrices emitidas por el Ministerio de Salud para el sistema de tratamiento.</p> <p>Medida 5: kg de desechos generados / kg de desechos co-procesados. 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.</p> | Inicio de las actividades del proyecto | Fase de abandono de la planta (final de la vida útil) |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 17         | Fase de Operación. Número 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. | <b>Director del Centro de Generación</b> (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, reuso 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 o 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, sólidos suspendidos, grasas y aceites, demanda bioquímica de oxígeno, sustancias activas al azul metileno, sólidos sedimentales, demanda química de oxígeno, con una periodicidad de muestreo para caudales menores o iguales a 100 m³/día semestralmente y para caudales mayores a 100m³/día trimestralmente. Número de contingencias atendidas / contingencias presentadas | Durante toda la etapa operativa | Fase de abandono de la planta (final de la vida útil) |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)  |
|------------------|--|--|---|---|---|--|---|---|---|--|---|
| MFCGB 18         | Fase de operación. Número de acción de la matriz causafecto: 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 cinco 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. | <b>Director del CS Investigación y Desarrollo (I+D)</b> (Apoyo el Centro de Investigación en Corrosión) <b>Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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 obra del PG Borinquen. | Cinco años después de inicio de la fase de operación.             |
| MFCGB 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.  | <b>Director del Centro de Generación</b> (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)             |
| MFCGB 20         | Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causafecto: 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.   | <b>Director CS Exploración Profunda - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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 obra del PG Borinquen. | Dos años después del fin de la fase de operación del PG Borinquen |



**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)                            |
|------------------|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|
| MFPGGB 21        | Movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: <b>1B, 1C, 1D, 1E.</b> Fase de Construcción. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: 2        | Relieve (Geomorfología)                | Degradación de la formas del relieve.                      | Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013,   | <p>1) Planificar Diseño de excavaciones y movimientos con el objetivo de impactar la menor área posible.</p> <p>2) Definir las medidas para la restauración del relieve y estabilización del relieve impactado (conformación del terreno, descompactación, obras de manejo de aguas de tierra entre otras medidas, además se deberá implementar el protocolo de revegetación de las áreas alteradas.</p> <p>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.</p>   | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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 o 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) |
| MFPGGB 22        | Movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: <b>1B, 1C, 1D, 1E, 1G</b> 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 | <p>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 EslA. 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</p> | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico). | Controlar la generación de procesos erosivos y sedimentación en área de proyecto AP del PG Borinquen.  | Costo incluido en el presupuesto o 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 <b>monitoreo</b> durante los periodos de excavación o remoción de tierra: <b>semanal</b> , 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 iniciado los procesos de movimientos de tierra) | Fase de abandono de la planta (final de la vida útil) |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 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. | <p>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.</p> <p>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 realizara 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.</p> | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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 o de construcción del proyecto | <p>Informe de prácticas físicas y agronómicas para el manejo y conservación de suelos y aguas en el AP.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Informe sobre manejo de la escorrentía superficial.</li> <li>Informe sobre método de manutención de la capa organo-mineral</li> <li>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 <b>semestralmente y durante la fase de construcción.</b> 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 pérdida 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.</li> </ul> <p><b>El monitoreo quinquenales</b> de la química del suelo en el AP durante los primeros 10 años de la fase de operación del proyecto</p> | Al inicio de la obra del PG Borinquen. | Fase de abandono de la planta (final de la vida útil) |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico Borinquen**

|          |   |        |   |  |  |   |  |   |   |  |  |
|----------|---|--------|---|--|--|---|--|---|---|--|--|
| MFPGB 24 | Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causafecto: 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 muestreo 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 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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. <b>Frecuencia de monitoreo: Una vez al mes.</b></li> <li>• Informe en bitácora sobre inspecciones realizadas por el SIGIR indicando manejo de residuos urbanos, de construcción y peligrosos. <b>Frecuencia de monitoreo: Mensual.</b></li> <li>• Los sitios para almacenaje de sustancias peligrosas, deberán incluir y detallar planos para tal efecto. Los sitios deberán aparecer en los planos constructivos.</li> <li>• Informe y bitácora sobre control, limpieza y monitoreo de derrames</li> <li>• Las obras deberá coordinar protocolos del SIGIR para atención de derrames, así como depósitos rotulados para el acopio de residuos Peligrosos y. <b>Frecuencia de monitoreo: mensual.</b></li> <li>• Seguimiento a propiedades químicas del suelo. El monitoreo del pH y fertilidad del suelo se realizará un <b>muestreo un año antes y otro muestreo cinco años después de la entrada en operación</b> de la planta en sitios seleccionados y previamente georeferenciados 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.</li> </ul> | Inicio de obras de construcción e ingreso de maquinaria al área de proyecto, PG Borinquen. | Fin de la fase de operación del PG Borinquen |
|----------|---|--------|---|--|--|---|--|---|---|--|--|

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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). | <p>1- Utilizar lagunas o estanques de decantación o dispositivos para la retención de sedimentos.</p> <p>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.</p> <p>3- En la medida de lo posible, reutilizar el agua en el proceso de fabricación.</p> <p>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.</p> | 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. | <p>1- Informe sobre diseño de sistema para retención de sedimentos. Presencia de estructura o sistema.</p> <p>2- Informe de resultados de Calidad de agua: Resultados de los análisis físicoquímicos. Frecuencia de monitoreo: Mensual durante fase de construcción.</p> <p>3- Informe de reutilización de agua en el proceso de fabricación de concreto. Frecuencia de informe cuatrimestral.</p> <p>4- Informe de reutilización de materiales de sedimento en proceso de concreto o utilización como material constituyente de otras estructuras. Frecuencia de informe cuatrimestral.</p> | Un mes antes del Inicio de la obra del PG Borinquen. | Un año después del fin de la fase de construcción del PG Borinquen |
| <b>COMPONENTE BIOLÓGICO</b> |   |  |  |   |   |   |  |  |  |  |  |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico Borinquen**

|          |   |  |   |  |  |  |  |  |  |   |  |
|----------|---|--|---|--|--|--|--|--|--|---|--|
| 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. | <p>1. Trazado de rutas de <b>tuberías y trochas de acceso para excavación y montaje</b>, 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).</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>4. Elaboración y ejecución de plan de <b>manejo de flora del área boscosa a intervenir y programa de seguimiento y auditoría para cada obra</b>, con el objeto de comprobar el cumplimiento y desempeño de las medidas ambientales.</p> <p>5. Delimitar en el campo las áreas a intervenir y marcar los árboles a cortar (enumerados en el tronco y tocón).</p> <p>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.</p> <p>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.</p> | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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 | <p>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 previo al inicio de las labores).</p> <p>2. <b>Manuales de campo y capacitaciones al personal a cargo de la tala, troceo, aserrio, acopio y secado de madera</b>, 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 previo al inicio de las labores). <b>Listas de asistencia firmadas y registro de evaluaciones del aprendizaje.</b></p> <p>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).</p> <p>4. Plan de manejo de flora del área boscosa a intervenir y programa de seguimiento por obra (disponibles tres meses previo 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.</p> <p>5. Áreas boscosas a intervenir delimitadas y árboles a cortar marcados (enumerados en el tronco y el tocón).</p> <p>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).</p> <p>7. Plan de rescate y mapas con información topográfica y preferencia de hábitat por especie (disponible 1 año previo al inicio de</p> | Los indicadores 3, 6 y 7 en el caso del plan de rescate de flor a 1 año previo a las labores. Los indicadores 1, 2, 4 y 5, tres meses antes de la fase operativa o finaliza el cierre de la planta. | 3 meses antes de las labores constructivas deben estar listos todos los indicadores, excepto o los informes mensuales, bitácoras y mapas de seguimiento del rescate de flora, los cuales se prolongan hasta la fase operativa y finaliza el cierre de la planta. |
|----------|---|--|---|--|--|--|--|--|--|---|--|



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Informes trimestrales de los resultados de la sobrevivencia, desarrollo y adaptación de las plantas rescatadas. |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|

|          |   |  |   |  |  |   |   |     |  |  |  |
|----------|---|--|---|--|--|---|---|-----|--|--|--|
| 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 nutrientes. | 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, descompactación del terreno, colocación de capa superior de suelo orgánico de al menos 30 cm de grosor y reforestación.<br>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).<br>3. Elaboración de planes y mapas de reforestación en zonas de protección de ríos y quebradas, mediante plantaciones mixtas y/o enriquecimiento.<br>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.<br>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.<br>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 utilizar franjas perimetrales de al menos <b>50 metros de ancho</b> para un diseño de plantación mixta de 60% de especies nativas y 40% de exóticas. | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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 | 250 | 1. Planes de acondicionamiento final de las escombreras y planos detallando: actividades de descompactación, 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).<br>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).<br>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).<br>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).<br>5. Diseño del vivero, programación de producción anual por especie (Disponibles 1 año previo al inicio de las labores). | To dos los indi cad ore s exc ept o el 8 de be n est ar dis po nibl es 1 añ o ant es del inic io de las obr as. Par a el | 1 año antes de las labores constructivas deben estar listos todos los indicadores, excepto los informes mensuales, bitácoras y mapas de seguimiento, los |
|----------|---|--|---|--|--|---|---|-----|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | <p>seguimiento con indicadores de cumplimiento y desempeño tales como porcentaje de sobrevivencia mayor o igual al 70%, incremento medio anual en altura de al menos 0.75 m para especies de crecimiento medio y 1 m para especies rápidas. (Disponibles tres meses previos al inicio de las labores).</p> <p>7. Plan de manejo silvicultural detallando el programa de control de malezas, plagas y enfermedades, fertilización, podas y raleos (Disponibles 1 año previo al inicio de las labores).</p> <p>8. Programa de seguimiento de la reforestación de escombreras, corredores biológicos y pantallas vegetales (Disponible tres meses previo al inicio de las labores). Informes y bitácoras de seguimiento con los siguientes 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 heliofitas durables como esciófitas. (Ver Sección 5.2.8) b) Caracterización de la estructura vertical y composición florística por estrato.</p> | <p>de<br/>est<br/>abl<br/>eci<br/>mie<br/>nto<br/>los<br/>info<br/>rm<br/>es<br/>ser<br/>án<br/>an<br/>ual<br/>es;<br/>par<br/>a<br/>eta<br/>pas<br/>pos<br/>teri<br/>ore<br/>s<br/>del<br/>des<br/>arr<br/>ollo<br/>de<br/>ber<br/>án<br/>ser<br/>cad<br/>a 5<br/>añ<br/>os.</p> |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 03         | Fase constructiva: Acciones de la matriz causafecto 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.<br><br>2. Elaboración y operación de un programa de seguimiento para corroborar el cumplimiento y la efectividad de las medidas de control ambiental. | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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 previo 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 |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 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 | <p>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, <b>antes y durante la fase de construcción</b>, que permita <b>conocer las característica y variaciones naturales</b> de éstos indicadores en un contexto natural para poder <b>medir el cambio generado por el impacto de las obras de construcción</b></p> <p>Montar un <b>programa de reducción de la carga de arrastre de sedimentos</b> 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.</p> <p>Para mayor detalle referirse a la Sección 5.2.9.4 y Anexo 6.4.1 medidas complementarias en biología de este documento.</p> | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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<br><br>(Los costos asociados a las obras civiles, no se incluyen en la implementación de esta medida, ellos serán contemplados en el presupuesto o 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 físicoquímico 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.<br>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.<br>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 la obra del PG Borinquen. | Un año después del fin de la fase de construcción del PG Borinquen |



|          |  |   |  |   |   |   |  |    |  |  |   |
|----------|--|---|--|---|---|---|--|----|--|--|---|
| MBPCB 05 | Fase de construcción. Número de acción (es) de la matriz causafecto: 4, 12. Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causafecto: 9, 14, 15, 18. | Fauna acuática (Peces, crustáceos y macroinvertebrados) | Alteración de la fauna acuática por contaminación de hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas. | Ley Orgánica del Ambiente No. 7554, Ley de Aguas. | <p>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.</p> <p>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.</p> <p>3 Diseñar planos constructivos de obras civiles necesarias para el almacenaje y manipulación de hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas. Para mayor detalle referirse a la Sección 5. 2. 9. 4 y Anexo 6.4.1 (Medidas complementarias biología) de este documento.</p> | <p><b>Director del Proyecto - Director del CS</b></p> <p><b>Recursos Geotérmicos</b> – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).</p> | 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 | <p>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)</p> <p>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.</p> <p><b>Frecuencia de las inspecciones en los sitios de almacenamiento y manipulación de estas sustancias y áreas de trabajo: Diaria.</b></p> <p>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.</p> <p>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</p> <p>Frecuencia de monitoreo: mensual. Los costos asociados a las obras</p> | Inicio de obras de construcción e ingreso de maquinaria al área de proyecto, PG Borinquen. | Fin de la fase de construcción del PG Borinquen |
|----------|--|---|--|---|---|---|--|----|--|--|---|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | presentados los costos correspondientes a los análisis físico-químicos necesarios para cumplir la medida y su seguimiento. Además debe de haber al menos dos personas por frente capacitados en contención de derrames. |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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<br>Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317<br>Ley de Biodiversidad, N° 7788<br>Ley Forestal, N° 7575<br>Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE<br>Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763<br>Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley N° 7416<br>Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005 y 2013 | Reforestación en áreas aledañas y diseño de conformación final de escombreras.<br><br>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.<br><br>Esta medida debe implementarse en las áreas aledañas a los sitios intervenidos, procurando conectividad con parches de vegetación adyacente.<br><br>Se debe dar mantenimiento de las áreas reforestadas, para garantizar el desarrollo exitoso de los individuos plantados.<br><br>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. | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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.<br><br>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 la obra 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 reforestadas hayan alcanzado cierta madurez. |

|          |  |                      |   |  |  |   |  |  |   |   |
|----------|--|----------------------|---|--|--|---|--|--|---|---|
| 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 | <p>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.</p> <p>Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554</p> <p>Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317, Ley de Biodiversidad, N° 7788</p> <p>Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE</p> <p>Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América,</p> <p>Ley N° 3763</p> <p>Ley N° 7416, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002</p> | <p>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 éstos 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</p> <p>Los puentes de paso aéreos se colocarían en los sitios que se consideren necesarios por el biólogo de planta dentro del <b>bosque maduro en el sector de la plataforma 9</b>, 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 Biol Michael Rodríguez R. (com. pers.), para el Proyecto Líneas de Transmisión del Atlántico y son las siguientes:</p> <p>- <b>Longitud de cada puente 50 metros</b></p> <p>- 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</p> <p>En el siguiente enlace, está disponible un video donde se detalla la elaboración, instalación y operación de dichos puentes:</p> <p><a href="http://sabpysa01/boletinAmbiental/multimedia/puentesEcologicos.html">http://sabpysa01/boletinAmbiental/multimedia/puentesEcologicos.html</a>,</p> <p>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.</p> <p>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.</p> | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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 mismo factores. | 10 Puentes de paso aéreos \$2640,39. Cámaras trampa \$6446 | <p>Presencia de rótulos restrictivos de velocidad para los vehículos y maquinaria en general por las vías de acceso a las áreas de proyecto.</p> <p>Mantener inspecciones en las vías, que cumplan la función de fiscalización de cumplimiento de las restricciones de velocidad por parte de los conductores</p> <p>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.</p> <p>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.)</p> <p>Informe sobre especies de fauna presentes y rutas de paso utilizadas</p> | Fase pre construcción activa del proyecto, al prever el ingreso vehicular y maquinaria al área de proyecto, PG Borinquen. | La fiscalización de la velocidad de tránsito o 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. |
|----------|--|----------------------|---|--|--|---|--|--|---|---|

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 08         | Fase de operación. Número de acción de la matriz causafecto: 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. | <p>Ley de Bienestar Animal, N° 7451</p> <p>Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554</p> <p>Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317</p> <p>Ley de Biodiversidad, N° 7788</p> <p>Ley Forestal, N° 7575</p> <p>Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE</p> <p>Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763</p> <p>Ley Convenio sobre diversidad biológica,</p> <p>Ley N° 7416</p> <p>Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005</p> | <p>Considerar desde el diseño, infraestructura con aislante de ruido.</p> <p>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</p> <p>La frecuencia del monitoreo de los niveles de ruido la definirá el biólogo de campo en acuerdo a las necesidades identificadas por éste</p> <p>Mantener los equipos (maquinaria) en óptimas condiciones para reducir los niveles sonoros, mantener los niveles de ruidos dentro los permitidos en el marco legal ,</p> <p>Debe verificarse que se cumpla con la legislación vigente.</p> <p>Establecer Plan de manejo de residuos sólidos ordinarios apegado a directrices del SIGIR</p> <p>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).</p> | <p><b>Director del Proyecto - Director del CS</b></p> <p><b>Recursos Geotérmicos - Director del Centro de Generación</b> (equipo de gestión ambiental - del proyecto - del campo geotérmico - de la planta)</p> | Reducir el estrés y desplazamiento de mamíferos silvestres a causa del ruido y actividad humana. | <p>Costo incluido en el presupuesto o de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto</p> | <p>Contenedores de residuos en lugares cerrados.</p> <p>Registro de firmas de personal capacitado e informado del plan de manejo de residuos</p> <p>Presencia de rótulos informativos acerca de la prohibición de alimentar fauna silvestre.</p> <p>Registro de animales silvestres encontrados en el área del proyecto (AP) y atendidos por el personal a cargo.</p> <p>Registro de cantidad y tipo de residuos sólidos ordinarios generados</p> | Inicio de actividad de la fase constructiva del proyecto. | Cierre operativo del proyecto. |



**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 09         | Fase de operación. Número de acción de la matriz causafecto: 15. | Biología - Mamíferos                   | Desplazamiento de mamíferos no tolerantes a emisión de gases (H <sub>2</sub> S), en sitios donde antes no se presentaban estas emisiones | Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554<br>Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317<br>Ley de Biodiversidad, N° 7788<br>Ley Forestal, N° 7575<br><br>Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE<br>Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763<br>Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley N° 7416<br>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.<br><br>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.<br><br>Realizar un monitoreo mensual (IDEM) durante un año posterior a la entrada de operación, a un año y cinco 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. | <b>Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación</b> (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 (H <sub>2</sub> S), 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.<br><br>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 la actividad de la fase constructiva y operativa del proyecto. | Durante la fase constructiva y operativa del proyecto. |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 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. | <p>Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554</p> <p>Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317</p> <p>Ley de Biodiversidad, N° 7788</p> <p>Ley Forestal, N° 7575</p> <p>Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE</p> <p>Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763</p> <p>Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley N° 7416</p> <p>Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013</p> | <p>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 &amp; 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.</p> <p>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.</p> | 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 | <p>Presencia de luminarias adecuadas según medida y diseño ambiental propuesta.</p> <p>Registros trimestrales de monitoreo de diversidad y abundancia de mamíferos, antes y después de la instalación de las luminarias.</p> | Un año antes del Inicio de actividades de la fase constructiva y operativa del proyecto. | Durante la fase constructiva y operativa del proyecto. |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico Borinquen**

|          |  |   |   |  |  |  |   |     |  |  |   |   |
|----------|--|---|---|--|--|--|---|-----|--|--|---|---|
| MBPGB 11 | Movimientos de tierra para ampliación, construcción y acarreo. Número de acción (es) de la matriz causafecto: 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 causafecto: 13. | Herpetofauna (anfibios y reptiles) y Ornitofauna (aves) | <p>Perdida del hábitat</p> <p>Reducción de sitios de alimentación, reproducción y protección.</p> <p>Distorsión del comportamiento por la modificación del paisaje.</p> <p>Migración a otros hábitats</p> <p>Baja de individuos o poblaciones por atropello vehicular, colecta o muerte.</p> <p>Contaminación de aguas, atmosférica y paisaje.</p> <p>Interrupción de paso de fauna (tuberías bifásicas, plataformas, lagunas).</p> | <p>Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004</p> <p>Código de Buenas Prácticas Ambientales.</p> <p>Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE</p> <p>Convenio 7416: Convenio sobre Diversidad Biológica.</p> <p>Ley Orgánica del Ambiente N0 7574</p> <p>Ley Conservación de Vida Silvestre No 7317</p> <p>Ley Forestal No 7575</p> <p>Ley de Biodiversidad No 7788</p> <p>Convenio 7513: Convenio Centroamericano Regional sobre Cambio Climático.</p> <p>Ley General de Salud No 5395</p> <p>Políticas Ambientales del Instituto Costarricense de Electricidad y Lineamientos Ambientales del Sector Energía del ICE.</p> <p>Ley No 7226 Convenio Constitutivo de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.</p> <p>Ley de Aguas. No 276.</p> <p>Reglamento sobre el manejo de basuras No 190440-S</p> <p>Reglamento para el manejo de desechos peligrosos industriales No 27001-MINAE</p> <p>Reglamento sobre características de desechos peligrosos industriales No 27000-MINAE</p> | <p>Diseño y monitoreo biológico de <b>herpetofauna y ornitofauna del AP antes y durante la fase de construcción</b>, 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.</p> <p>Capacitación al personal de Proyecto en el manejo y protección de herpetofauna.</p> <p>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.</p> | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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 | <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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</p> <p>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.</p> <p>Monitoreo de conectividad inducida por medio de parches de bosque.</p> <p>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).</p> | 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 |
|----------|--|---|---|--|--|--|---|-----|--|--|---|---|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | inform<br>es<br>anuale<br>s<br>según<br>lo<br>señala<br>do en<br>esta<br>medid<br>a |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|

|          |  |   |  |   |   |  |   |    |   |  |  |
|----------|--|---|--|---|---|--|---|----|---|--|--|
| 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) | <p>Perdida del hábitat Ornitofauna aves, herpetofauna. 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).</p> | 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. | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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 | <p>Monitorear uso de puentes, pasos aéreos y terrestres de la fauna. Monitoreo trimestral de la conectividad inducida por medio de parches de bosque reforestados</p> | <p>Un año antes del inicio de la obras del PG Borinquen.</p> <p>Después de ese primer año mantener un monitoreo durante la fase de operación del proyecto con informes anuales</p> | <p>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.</p> |
|----------|--|---|--|---|---|--|---|----|---|--|--|



**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)                                 |
|-------------------|--|--|-----------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---|-----------------------------------|--|------------------------|--|
|                   |  |  |                       |                          |                               |                                |   |                                   |  |                        | s<br>según<br>lo<br>señala<br>do en<br>esta<br>medid<br>a. |
| COMPONENTE SOCIAL |  |  |                       |                          |                               |                                |   |                                   |  |                        |  |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 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.<br><br>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. | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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 |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico Borinquen**

|          |   |   |  |   |  |   |   |     |   |  |  |
|----------|---|---|--|---|--|---|---|-----|---|--|--|
| MSPGB 02 | Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (8), (17) | Demografía / densidad de población 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° 15395; Norma ISO 24000 | <p>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.</p> <p>2. Diseño y construcción de plaza de fútbol en la comunidad de Agua Fria, en el terreno de la Asociación de Productores de Agua Fria; la comunidad se encarga de solicitar los permisos de construcción requeridos y el mantenimiento posterior de la plaza.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>5. Construcción del salón comunal comunidad El Cedro en el terreno de la ASADA edificio de una planta 5 x 15 m.</p> <p>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.</p> | <b>Director del Proyecto</b> (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 | <p>1. Registro de visitas y gestiones para poner en funcionamiento el pozo perforado del Colegio de Cañas Dulces.</p> <p>2. Porcentaje de avance las actividades de responsabilidad ICE para la cancha de fútbol en la comunidad de Agua Fria -del plan de trabajo.</p> <p>3. Diseño arquitectónico y construcción de parque de juegos, minutos de reunión con ADI Curubandé y Junta directiva de la Escuela de Curubandé.</p> <p>4. Instalación de los 600 metros de malla perimetral del área de la toma de agua de la comunidad de El Cedro.</p> <p>5. Diseño eléctrico e informe de proceso de avance de la instalación del cableado eléctrico salón comunal Buena Vista.</p> | 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 |
|----------|---|---|--|---|--|---|---|-----|---|--|--|

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 03         | Número de acción (es) matriz causa - efecto (Fase constructiva) (2), (3), (5), (6), (7) y (8)<br><br>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<br><br>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 <b>Comité de Enlace</b> con representantes de las comunidades del AID asignados por las organizaciones sociales de éstas.<br><br>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.<br><br>3. Se dispondrá de un equipo técnico y social preparado para atender los impactos acumulativos y sinérgicos del medio social de los proyectos geotérmicos en la zona | <b>Director del Proyecto - Director del CS</b><br><b>Recursos Geotérmicos</b> – (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.<br><br>2. Contratación de un profesional en ciencias sociales<br><br>3. Recursos básicos: transporte, equipo técnico y humano necesario para atender las denuncias e impactos acumulativos y sinérgicos del medio social del proyecto geotérmico Borinquen.<br><br>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<br>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.<br><br>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.  | <b>Director del Proyecto</b> (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.<br><br>2. Registro fotográfico, temarios y listas de asistencia a las giras educativas<br><br>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<br><br>2. Inicio de la fase de construcción del PG Borinquen |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 - 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.<br>2. Construcción de 800 metros de aceras en la comunidad de Curubandé. (Sección 8.2.1 de este documento).<br>3. Construcción de 3 reductores de velocidad en Curubandé. (Sección 8.2.1 de este documento)<br>4. Señalización del área peatonal para ingreso a la Escuela de Curubandé. (Sección 8.2.1 de este documento).<br>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. | <b>Director del Proyecto</b><br>(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.<br>2. Construcción de las aceras, registro fotográfico.<br>3. Colocación de reductores de velocidad.<br>4. Colocación de la señalización y reductor de velocidad, registro fotográfico.<br>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 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.<br>2. Instalación de medidores de consumo hídrico en el campamento.<br>3. Reuniones con los representantes de la comunidad de Curubandé en el Comité de Enlace.<br>4. Diseñar e implementar un plan de gestión integral de residuos en el campamento y frentes de trabajo.  | <b>Director del Proyecto</b><br>(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.<br>2. Registros de consumo de agua potable del campamento, acciones correctivas realizadas.<br>3. Listas de asistencia y minutas de reuniones con el comité enlace.<br>4. Plan de gestión integral de residuos. Centros de acopio de residuos (sólidos, ordinarios, peligrosos, otros).   | Un año antes del inicio de la construcción del PG Borinquen. | Fin de la fase de construcción del PG Borinquen    |



**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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:<br><br>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   | <b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto) | Fomentar acciones enfocadas en la responsabilidad social de la institución.<br><br>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.<br><br>2. Informe de análisis y resultados de las solicitudes comunales.<br><br>3. Informe de las solicitudes comunales aprobadas y memoria sobre su ejecución.            | Un año antes del inicio de la obra 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.<br><br>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.<br><br>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.<br><br>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) | <b>Director del Proyecto</b> (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.<br><br>2. Avance de las obras de construcción del puente sobre el río Blanco, registro fotográfico.1<br><br>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 obra del PG Borinquen. | Fin de la fase de construcción del PG Borinquen |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 | <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>3. Formular y ejecutar un programa de fortalecimiento de las capacidades locales en las comunidades de influencia social directa del proyecto.</li> </ol>  | <b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto) | Fomentar el desarrollo local.  | 50                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Minutas de reunión con otras instituciones para coordinar acciones conjuntas, informe de actividades realizadas.</li> <li>2. Resultados del diagnóstico realizado por el INA, planes de capacitación comunal.</li> <li>3. Resultados del programa de fortalecimiento de las capacidades locales</li> </ol>   | Inicio de la obra 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                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>2. Construcción de un aula de 7x7 metros cuadrados y dotar de iluminación el salón multi-usos de la Escuela Buena Vista</li> <li>3. Elaborar e implementar un plan de educación ambiental para los centros educativos ubicados en las comunidades del área de influencia social.</li> <li>4. Implementar un plan de capacitación en los centros educativos de Cañas Dulces, Buena Vista, Curubandé respecto a la gestión de residuos sólidos</li> </ol> | <b>Director del Proyecto</b> (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                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>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.</li> </ol> | Inicio de la obra del PG Borinquen. | Fin de la fase de construcción del PG Borinquen |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 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.  | <b>Director del Proyecto</b> (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<br><br>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 obra del PG Borinquen. | Inicio de fase construcción del PG Borinquen    |
| 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.<br><br>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.<br><br>3. Realizar al menos dos ferias de empleo en las cabeceras de los distritos: Cañas Dulces y Curubandé. | <b>Director del Proyecto</b> (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.<br><br>2. Capacitaciones coordinadas y ejecutadas por el INA para suplir los requerimientos técnicos del proyecto. | Inicio de la obra del PG Borinquen.                  | Fin de la fase de construcción del PG Borinquen |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 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<br><br>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.<br><br>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.<br><br>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. | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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.<br><br>2. Señalización instalada en idioma español e inglés, registro fotográfico en sitios propuestos.<br><br>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 |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 | <p>1. Elaboración e implantación de una guía con las normas de comportamiento correcto en las comunidades y frentes de trabajo.</p> <p>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.</p> <p>3. Las vagonetas que circulen por las comunidades tendrán obligatoriamente utilizar cobertores para minimizar el polvo.</p> <p>4. Solicitar semestralmente los registros de las afecciones respiratorias en los EBAIS del área influencia social.</p> <p>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.</p> | <b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto) | Mitigar la afectación de la calidad de vida de la población del área de influencia social directa. | 15                                | <p>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.</p> <p>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.</p> <p>3. Monitoreos aleatorios registrados para verificar el acatamiento de la medida.</p> <p>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.</p> <p>5 Informes de control de riego implementado (diario semanal).</p> | Un año antes del inicio de la obra del PG Borinquen. | Fin de la fase de construcción del PG Borinquen |



**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)<br>Acción:<br>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 de los vehículos de carga. Decreto Ejecutivo No. 31363-MOPT, Reglamento para la instalación de reductores de velocidad en las vías públicas,<br><br>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).<br><br>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.<br><br>3. Gestionar con el Concejo Nacional de Vialidad (CONAVI) charlas de educación vial en las escuelas ubicadas en el área de influencia social.<br><br>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.<br><br>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).<br><br>6. Elaboración de un programa de seguridad y salud ocupacional que contemple la manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas para el proyecto geotérmico.<br><br>7. Diseñar y construir una ruta alterna para evadir el paso vehicular por el centro de la localidad del El Cedro (Acarreo de agregados) | <b>Director del Proyecto</b><br>(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.<br><br>2. Plan de capacitación e informe de implementación.<br><br>3. Listas de asistencia y memoria de las actividades.<br><br>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.<br><br>5. Informe y registro fotográfico de la implementación de medidas de seguridad vial en Buena Vista. Informes semestrales<br><br>6. Implementación del programa de seguridad y salud ocupacional, informes semestrales. | Inicio de la obra del PG Borinquen. | Fin de la fase de construcción del PG Borinquen |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)<br>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.<br><br>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. | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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.<br><br>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 obra del PG Borinquen. | Fin de la fase de operación del PG Borinquen    |
| MSPGB 17         | Fase construcción.<br>Número de la acción de la matriz causa - efecto: (1A), (7), (8), (10), (11). Fase de operación.<br>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.<br><br>2) Ofrecer a los trabajadores espacios de esparcimiento dentro del Campamento.   | <b>Director del Proyecto</b> (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.<br>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).<br><br>2) Construcción de espacios para el disfrute del tiempo de ocio en el campamento.   | Inicio de la obra del PG Borinquen. | Fin de la fase de construcción del PG Borinquen |

|          |                         |                         |  |   |   |  |  |     |   |  |  |
|----------|-------------------------|-------------------------|--|---|---|--|--|-----|---|--|--|
| 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 | <p>Implementación del siguiente Plan de Gestión de los Recursos Arqueológicos:</p> <p>I Etapa 1- Contratación de personal calificado para realizar estudios arqueológicos y cuadrillas de campo.</p> <p>a- Acondicionamiento de un laboratorio en el campamento para procesar las muestras recolectadas.</p> <p>b- El proyecto suministrará los materiales necesarios para las labores de campo y laboratorio, así como el equipo de cómputo.</p> <p>c- Capacitación al personal del proyecto con respecto al procedimiento a seguir durante los estudios y hallazgos arqueológicos.</p> <p>II Etapa 1. Se deberán realizar evaluaciones arqueológicas en aquellos terrenos destinados a la construcción de obras donde se identificaron sitios arqueológicos.</p> <p>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.</p> <p>b. Si durante los movimientos de tierra aparecen restos arqueológicos se deberá proceder según lo establece el artículo 11 de la Ley 6703.</p> <p>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.</p> | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (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 | <p>(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.</p> <p>Estrategia de divulgación de labor arqueológica a implementar en las comunidades del área de influencia social.</p> | 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 |
|----------|-------------------------|-------------------------|--|---|---|--|--|-----|---|--|--|

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 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 causafecto: 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. | <p>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.</p> <p>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).</p> | <b>Director del Proyecto</b><br>(equipo de gestión ambiental del proyecto) | Cumplimiento de la normativa la normativa ambiental. Participación ciudadana. Y, manejo de suelos (microcuenca). | 20                                | <p>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.</p> <p>2 Llevar registro de asistencia a reuniones de divulgación e información comunal.</p> <p>3 Llevar registro de medición de sólidos en suspensión de los ríos o quebradas dentro del área de influencia directa (AID).</p> | 1. Un año antes del inicio de la construcción de las obras y durante estas.<br>2. Facilitabilidad Disefeo Básico B: Fase de construcción del Proyecto o PG. Borinquen | Con el cierre de la Fase de Construcción. |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 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 su Reglamento DE N° 29375.<br><br>Ley Forestal 7575 y su Reglamento | 1. Facilitar el paso del ganado en los trazados de las tuberías transmisión de fluidos.<br><br>2. Estabilización de taludes en los sitios de preparación de plazoletas, escombreras y lagunas. | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico). | Cumplimiento de la normativa ambiental. Uso, manejo y conservación de los suelos. Manejo y cuidado 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.<br><br>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 obras y durante esta fase de construcción del Proyecto PG. Borinquen. | Fin de la fase de operación del PG Borinquen |



**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 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.<br><br>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). | <b>Director del Proyecto</b><br>(equipo de gestión ambiental del proyecto) | Cumplimiento de la normativa ambiental. Manejo y conservación del suelos. 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).<br><br>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 de acarreo". A: Fase de construcción del Proyecto PG. Borinquen. | Con cierre en la Fase de Construcción |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 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).<br><br>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. | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico). | Cumplimiento de la normativa ambiental. Manejo y conservación del suelos. Manejo de sustancias peligrosas. | 40                                | 1) Verificar la implementación del protocolo de manejo de sustancias peligrosas. Para reducir accidentes en animales y personas.<br><br>2) Llevar registro de implementación de la estrategia para el manejo o transporte de sustancias peligrosas en los sitios de obra del AP.<br><br>3) Responsable, el gestor ambiental del proyecto. | Un mes antes del inicio del traslado de sustancias peligrosas. A: Fase de construcción del Proyecto o PG. Borinquen. | Fin de la fase de operación del PG Borinquen |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 causafecto: 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.<br><br>2. Montar vallas perimetrales para prever el estrés en el ganado.   | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos</b> – (equipo de gestión ambiental del Proyecto – del Campo Geotérmico).                                | Cumplimiento de la normativa ambiental. Manejo y conservación del suelos. Reglamento del bienestar de los animales. | 60                                | 1. Verificar la implementación del protocolo preventivo para reducir accidentes en el ganado.<br><br>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 <sub>2</sub> S (15). Fase de operación. Número de acción (es) de la matriz causafecto: 15.   | Actividad Agro                         | Potencial pérdida de productividad agropecuaria por exposición a gases no condensables H <sub>2</sub> S. | 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 <sub>2</sub> S en el aire.<br><br>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.<br><br>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. | <b>Director del Proyecto - Director del CS Recursos Geotérmicos - Centro de Generación</b> (equipo de gestión ambiental del Proyecto - Campo geotérmico - de la Planta) | Cumplimiento de la normativa ambiental. Manejo y conservación del suelos. Reglamento del bienestar de los animales. | 60                                | 1. Registros del plan monitoreo del pH de la lluvia y calidad del aire en el AP.<br><br>2. Registros de las concentraciones de los gases no condensables emitidos en las torres de enfriamiento<br><br>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. |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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 25                    | Ampliación y construcción de accesos (1 A). Fase Construcción. Número de acción (es) de la matriz causafecto: 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.   | <b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto)  | Cumplimiento de la normativa la normativa ambiental. Participación ciudadana   | 20                                | 1 Estrategia de comunicación señalada<br>2. Registros de las reuniones con el Comité de Enlace en las que se abordó la estrategia de comunicación.<br>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 en 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.<br>2) Construcción de un acueducto para el abastecimiento de agua para el consumo en las instalaciones de la planta geotérmica | <b>Director del Proyecto – Director Centro de Generación</b> (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.<br>Monitoreos de la calidad del agua de consumo, de acuerdo a lo establecido en la legislación nacional<br>Política interna para economizar el uso del agua.                        | Inicio fase construcción   | Medida 1 Fase de abandono de la planta (final de la vida útil). Medida 2) Cierre de la fase de construcción |
| <b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b> |   |   |   |   |   |  |  |                                   |  |  |   |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)            |
|------------------|--|--|--|--|---|---|---|--|---|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 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-MINAE                            | Uso de estructuras tipo Poste para atenuar el impacto visual  | <b>Director del Proyecto</b> (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 de 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   | <b>Director del Proyecto</b> (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 de sedimentos o sedimentadores. | Inicio de procesos o construcción | Fin de proceso o construcción         |
| 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. | <b>Director del Proyecto</b> (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 a 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 |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)                               |
|------------------|--|--|---|--|---|---|--|--|---|-----------------------------------|--|
| 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 <sub>6</sub> , 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. | <b>Director del Proyecto</b> (equipo de gestión ambiental del proyecto) | Prevenir aportes al suelo o red hídrica  | Costo asociado al diseño standart 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.<br><br>Instalación de detectores de fugas del gas SF <sub>6</sub> . 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 |
| 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-MINAE | 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.  | <b>Director del Proyecto</b> (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 aclarar todas las dudas que le sean externadas.       | <b>Director del Proyecto</b> (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 procesos o construcción | Fin de proceso o construcción                            |



**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)     |
|------------------------------|--|---|---|---|---|---|---|--|---|-----------------------------------|--------------------------------|
| 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)<br>Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC)<br>Ley para la Gestión integral de residuos, No. 8839 y Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos DE 37567-S-MINAE-T-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  | <b>Director del Proyecto</b> (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 procesos o construcción | Fin de procesos o construcción |
| 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)<br>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<br>• Optimizar el uso de las instalaciones físicas de la ST para otras actividades tipo administrativo de la planta (reducción del espacio ocupado)<br>• 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 | <b>Director del Proyecto</b> (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 procesos o construcción | Fin de procesos o construcción |
| <b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</b> |  |   |   |   |   |   |   |  |   |                                   |                                |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)  |
|------------------|--|--|---|--|--|--|--|-----------------------------------|--|------------------------|-----------------------------|
| MLDPGB 01        | Construcción de Línea de Servicio Propio: excavaciones e izado de postes (Cod LD-1)<br>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<br>Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002<br>Ley General de Agua Potable, No. 1634<br>Ley de Aguas, No. 276<br>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.<br>Las cuadrillas de campo deberán estar informadas de las características de los acueductos, contar con material y herramienta para refaccionar averías.<br>El diseño final deberá contemplar la ubicación de infraestructura como abrevaderos, corrales, etc.<br>En la fase de diseño se deberá identificar los sitios de poste que afectarán propiedad privada por efecto de instalación de anclas y arriostres. | <b>Director del Proyecto</b><br>(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.<br>2 Documentación de relación con propietarios y ASADA (listas de asistencia a reuniones, convenios, finiquitos)   | Planeamiento y diseño  | Fin de proceso constructivo |
| 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<br>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:<br>1. Un corte de energía programado<br>2. Un corte de energía accidental durante el proceso constructivo<br>3. Establecer Convenio de cooperación con empresa proveedora del servicio eléctrico.   | <b>Director del Proyecto</b><br>(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.<br>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 |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)  |
|------------------|---|--|--|---|--|--|--|-----------------------------------|---|------------------------|-----------------------------|
| 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)<br>Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849- MINAE-SALUD- MOPT-MAG-MEIC)<br>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 desramas 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. | <b>Director del Proyecto</b><br>(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 |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)  |
|------------------|---|--|---|--|---|--|--|-----------------------------------|--|------------------------|-----------------------------|
| MLDPGB 04        | Producción de desechos del proceso constructivo y apertura de trocha (Fitomasa (cod 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)<br>Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC)<br>Ley para la Gestión Integral de Residuos No. 8829, y su Reglamento no.37567-S-MINAE-H, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 | 1. Elaborar e implementar Plan de manejo de residuos.<br>2. Los residuos del proceso constructivo serán clasificados y separados acorde a su recuperabilidad o re-uso.<br>3. Se coordinará con el Sistema de Gestión Integral de Residuos del ICE (SIGIR) la disposición final de estos elementos.<br>4. Desechos ordinarios producto de la alimentación en campo del personal será colectados a diario y transportados a centro laboral para su disposición adecuada.<br>5. Desechos de fitomasa serán trosados y apilados en estibas en sitios que no representes riesgo de incendio.<br>6. No se permitirá el vertido de solventes, lubricantes, pinturas, etc., en campo o en drenajes.<br>7. No se permitirá el quemado de desechos de papel o madera en campo | <b>Director del Proyecto</b><br>(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)<br>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   | <b>Director del Proyecto</b><br>(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 implementara el uso de cable aislado.<br><br>Registros de electrocución de la fauna a lo largo de la línea. | Planeamiento y diseño  | Fin de proceso constructivo |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico 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)  |
|------------------|---|--|--|--|--|--|--|-----------------------------------|--|----------------------------------|-----------------------------|
| 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)<br>Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto (Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC),<br>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.<br><br>2. Se colocarán señales preventivas en cada sitio de trabajo.<br><br>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.<br><br>4. No se dejarán obras riesgosas sin demarcar por las noches, por ejemplo agujeros de poste, maquinaria estacionada, etc. | <b>Director del Proyecto</b><br>(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<br><br>Registro de eventos ocurridos y comunicados. | Planear<br>Inicio<br>y<br>diseño | Fin de proceso constructivo |

## COMPONENTE FÍSICO

### Anexo 3. Reporte de mantenimiento de vehículos.

**TRESCIENTOS SESENTA PETROPARTES S.A**

GUAYAMA, RIALES, GUAYACATE  
Phone Number: 2673-9011  
Fax Number:

Customer: ICE Date: 24/04/2018 10:05 a.m.  
Company: 7232 VIN:  
License NO: 330008 Technician:  
Odometer: 330008 Order NO:

**VEHICLE ALIGNMENT REPORT**  
MISANOIATUBAL 2002, FRONTIER, 4WD Tires except 285/70 R16

| Primary Angles    |                                   | Actual                           | Specifications       |                      | Final                |
|-------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                   |                                   |                                  | Min                  | Max                  |                      |
| Front             | Caster                            | Left: 1.152°<br>Right: 1.152°    | 1.2152°<br>1.2152°   | 2.2152°<br>2.2152°   | 2°<br>2.15-2°        |
|                   | Camber                            | Left: 1.3/32°<br>Right: 1.3/32°  | 2/32°<br>2/32°       | 1.3/32°<br>1.3/32°   | 1.5/32°<br>1.5/32°   |
|                   | Tie                               | Left: 2.3mm<br>Right: 1.3mm      | 1.6mm<br>1.6mm       | 2.6mm<br>2.6mm       | 1.6mm<br>2.1mm       |
|                   | Toe                               | Left: 0.8mm<br>Right: 0.8mm      | 3.1mm<br>3.1mm       | 2.6mm<br>2.6mm       | 3.6mm<br>3.6mm       |
| Rear              | Camber                            | Left: -1°<br>Right: 0.118°       | ---                  | ---                  | 0°<br>0.15°          |
|                   | Tie                               | Left: 4.8mm<br>Right: 4.1mm      | ---                  | ---                  | 4.8mm<br>4.1mm       |
|                   | Toe                               | Left: 3.2mm<br>Right: 3.2mm      | ---                  | ---                  | 3.2mm<br>3.2mm       |
|                   | Thrust Angle                      | 11.52°                           | ---                  | ---                  | 11.52°               |
| Secondary Angles  |                                   | Actual                           | Specifications       |                      | Final                |
|                   |                                   |                                  | Min                  | Max                  |                      |
| SAI               | Left: 8.13/16°<br>Right: 12.8/16° | 12.8/16°<br>12.8/16°             | 11.5/16°<br>11.5/16° | 8.13/16°<br>12.8/16° | 12.8/16°<br>12.8/16° |
|                   | Included Angle                    | Left: 11.1/8°<br>Right: 10.9/32° | ---                  | ---                  | 10.7/32°<br>11.5/32° |
| Toe Out On Turn   | Left: ---<br>Right: ---           | ---                              | ---                  | ---                  | ---                  |
|                   | Max Turn inside                   | Left: ---<br>Right: ---          | 33.3/32°<br>33.3/32° | 26.9/32°<br>26.9/32° | ---                  |
| Toe Curve Change  | Left: ---<br>Right: ---           | ---                              | ---                  | ---                  | ---                  |
|                   | Steerback                         | Front: -1.2mm<br>Rear: 26mm      | ---                  | ---                  | -1.2mm<br>26mm       |
| Track Width Off   | Left: ---<br>Right: ---           | ---                              | ---                  | ---                  | ---                  |
|                   | Wheel Base Off                    | Left: 2.1mm<br>Right: 2.1mm      | ---                  | ---                  | -2.1mm<br>-2.1mm     |
| Front Ride Height | Left: ---<br>Right: ---           | ---                              | ---                  | ---                  | ---                  |
|                   | Rear Ride Height                  | Left: ---<br>Right: ---          | ---                  | ---                  | ---                  |
| Frame Angle       | Left: ---<br>Right: ---           | ---                              | ---                  | ---                  | ---                  |
|                   | ---                               | ---                              | ---                  | ---                  | ---                  |

**ice**

PROPIEDAD EXCLUSIVA DEL CLIENTE  
SERVICIO DE INGENIERIA Y CONSULTORIA  
CENTRO DE SERVICIOS Y LAZARILLO INDUSTRIAL  
FARMACIA DE GUAYAMA

ORDEN DE INGRESO AL TALLER Y SALIDA DE EQUIPO

Fecha de Ingreso: 18/05/18 Hora: 09:00

Modelo: Nissan Frontier

Placa: 73-32

Detalles de Ingreso: Nueva goma al 3.0mm

1. Desarmar ruedas, limpiar y ajustar frenos

2. Revisar limpieza y ajuste frenos

Nota: Verificar niveles de aceite, agua, etc.

Entrega de equipo reparado: 18/05/18

Entrega de equipo reparado: 18/05/18

Mostrador: [Firma]

Wilfredo Duran, Sandoz [Firma]



**Anexo 4.** Sistema de mantenimiento preventivo de Vehículos.

Sistema Gestión Mantenimiento de Vehículos

Centro de Mantenimiento Automotriz Liberia - Andres Cruz Morales

Menú Principal

- Control de Flotas
- Planeación de Tareas
- Control de Órdenes
  - Datos Básicos
  - Órdenes de Trabajo
  - Solicitudes
    - Reportes
    - Registro
    - Consulta
- Calendarios
  - Eliminar Precios Proveedor
  - Cargar Clases Vehículos
  - Contactenos
  - Salir

Consulta Solicitud de Orden Trabajo

Consulta Avanzada

Consulta de Solicitud de Orden de Trabajo

Num Solicitud

Centro Mantenimiento

Estado Solicitud

Unidad Mto

Placa

Categoría Orden

Tipo Orden

Buscar

| Solicitud | Centro Mantenimiento | Unidad Mto | Descripción Trabajo | Prioridad | Fecha Solicitud | Estado Solicitud | Tipo Orden | Categoría |
|-----------|----------------------|------------|---------------------|-----------|-----------------|------------------|------------|-----------|
|-----------|----------------------|------------|---------------------|-----------|-----------------|------------------|------------|-----------|

**Anexo 5.** Reporte de mantenimiento preventivo de maquinaria.

| ice   |  | UEN PYSA                 |                            | OT#: PRF005112 |  |
|---|--|--------------------------|----------------------------|----------------|--|
| CENTRO DE SERVICIO RECURSOS GEOTÉRMICOS       |  | Impreso: 15/05/2016 8:57 |                            | Página: 1 de 2 |  |
| ORDEN DE TRABAJO POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO |  | Fecha: ____/____/____    |                            |                |  |
| <b>Asignado a:</b> _____                      |  |                          |                            |                |  |
| <b>Estructura de árbol</b>                    |  |                          |                            |                |  |
| Clave   | Nombre   | Tipo esta                |                            |                |  |
| NIC   | NEGOCIO INGENIERIA Y COSNTRUCCION  | POS                      |                            |                |  |
| OEI   | GEOTERMICA   | POS                      |                            |                |  |
| PRP   | PERFORADORA  | POS                      |                            |                |  |
| PN  | PERFORADORA NACIONAL   | POS                      |                            |                |  |
| PN-SP   | SISTEMA DE PERFORACION   | POS                      |                            |                |  |
| PN-SP-MER                                     | Mesa Rotaria   | POS                      |                            |                |  |
| PN-SP-MER-RO                                  | Rotaria  | OM                       |                            |                |  |
| <b>Información</b>                            |  |                          |                            |                |  |
| Descripción                                   | MANTENIMIENTO MESA ROTARIA 365 DIAS  |                          |                            |                |  |
| Clave posición                                | PN-SP-MER  | Mesa Rotaria             |                            |                |  |
| Clave OM                                      | PN-SP-MER-RO   | Rotaria                  |                            |                |  |
| Tipo tarea                                    | MP   |                          |                            |                |  |
| Prioridad                                     | 1  |                          |                            |                |  |
| Fecha inicio pla                              | 09/05/2016   | 8:00                     |                            |                |  |
| Fecha final planificada                       | 09/05/2016   | 11:00                    |                            |                |  |
| Intervalo                                     | 365 Dias   |                          |                            |                |  |
| Responsable                                   | 502800266  | FERRETO ALVAREZ MINOR    |                            |                |  |
| Ch cuenta                                     | 013902   | CUENTA GENERAL PYSA      |                            |                |  |
| <b>Observaciones:</b>                         |  |                          |                            |                |  |
| <b>Instrucción de trabajo</b>                 |  |                          |                            |                |  |
| Ch Instrucción                                | RG-PRF-IM236   |                          |                            |                |  |
| Nombre instruct.                              | MANTENIMIENTO MESA ROTARIA 365 DIAS  |                          |                            |                |  |
| Texto   | 1- Engrase general.<br>2- Inspección visual de sus partes externas (barridos fugas si es necesario).<br>3- Embrasar presión sensor de torque.<br>4- Cambio de aceite.<br>5- Cambio de retensor salida eje pulión de ataque.<br>6- Revisar estado polea sensor de torque (cambiar si es necesario). |                          |                            |                |  |
| <b>Tiempo de parada planificada:</b>          |  |                          |                            |                |  |
| Tiempo de parada planificada:                 |  | 0.00                     | Tiempo parada real:        |                |  |
| Tiempo de parada x repuestos:                 |  |                          | Tiempo de parada x equipo: |                |  |

| ice  |   | UEN PYSA                                 |                            | OT#: PRF005126   |  |
|--|---|--|----------------------------|------------------|--|
| CENTRO DE SERVICIO RECURSOS GEOTÉRMICOS                        |   | Impreso: 15/05/2016 11:52                |                            | Página: 1 de 2   |  |
| ORDEN DE TRABAJO POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO                  |   | Fecha: ____/____/____                    |                            |                  |  |
| <b>Asignado a:</b> _____                                       |   |  |                            |                  |  |
| <b>Estructura de árbol</b>                                     |   |  |                            |                  |  |
| Clave  | Nombre  | Tipo esta                                |                            |                  |  |
| NIC  | NEGOCIO INGENIERIA Y COSNTRUCCION   | POS                                      |                            |                  |  |
| OEI  | GEOTERMICA  | POS                                      |                            |                  |  |
| PRP  | PERFORADORA   | POS                                      |                            |                  |  |
| PN   | PERFORADORA NACIONAL  | POS                                      |                            |                  |  |
| PN-SP  | SISTEMA HIDRAULICO  | POS                                      |                            |                  |  |
| PN-SP-MER  | Acumulador de presión ACT 753596  | POS                                      |                            |                  |  |
| PN-SP-MER-AC   | Acumulador  | OM                                       |                            |                  |  |
| <b>Información</b>   |   |  |                            |                  |  |
| Descripción  | MANTENIMIENTO ACUMULADORES 365 DIAS   |  |                            |                  |  |
| Clave posición   | PN-SP-MER   | Acumulador de presión ACT 753596         |                            |                  |  |
| Clave OM   | PN-SP-MER-AC  | Acumulador                               |                            |                  |  |
| Tipo tarea   | MP  |  |                            |                  |  |
| Prioridad  | 3   |  |                            |                  |  |
| Fecha inicio pla   | 17/03/2016  | 7:00                                     |                            |                  |  |
| Fecha final planificada  | 17/03/2016  | 12:00                                    |                            |                  |  |
| Intervalo  | 365 Dias  |  |                            |                  |  |
| Responsable  | 501050341   | CENTENO RUIZ LUIS ROBERTO                |                            |                  |  |
| Ch cuenta  | 01330320472-11-13   | PERFORADORA KITEM                        |                            |                  |  |
| <b>Órdenes de trabajo con el mismo Objeto de Mantenimiento</b> |   |  |                            |                  |  |
| Ch Orden Trabajo   | OT#   | Desc. Corta                              | Tipo tarea                 | Fecha inicio pla |  |
| PRF004212  |   | TRABAJOS VARIOS                          | MCP                        | 14/03/2017       |  |
| PRF004230  |   | cambio de aceite y reparacion en general | MCP                        | 09/12/2017       |  |
| <b>Observaciones:</b>  |   |  |                            |                  |  |
| <b>Instrucción de trabajo</b>                                  |   |  |                            |                  |  |
| Ch Instrucción   | RG-PRF-IM212  |  |                            |                  |  |
| Nombre instruct.   | MANTENIMIENTO ACUMULADORES 365 DIAS   |  |                            |                  |  |
| Texto  | 1- Revisión presión de las botellas.<br>2- Embrasar bombas neumáticas.<br>3- Revisar estado de mangueras y acoples (reemplazar si es necesario).<br>4- Embrasar la bomba triple.<br>5- Revisar estado de: manómetros, tuberías y uniones (cambiar si es necesario).<br>6- Verificar funcionamiento correcto de las válvulas de apertura y cierre.<br>7- Cambio de aceite.<br>8- Tomar muestra de aceite.<br>9- Cambio de vejigas. |  |                            |                  |  |
| <b>Tiempo de parada planificada:</b>                           |   |  |                            |                  |  |
| Tiempo de parada planificada:                                  |   | 0.00                                     | Tiempo parada real:        |                  |  |
| Tiempo de parada x repuestos:                                  |   |  | Tiempo de parada x equipo: |                  |  |

## Anexo 6. Permiso Sanitario de Funcionamiento del Centro de Acopio.

|   |            |                                   |          |
|---|------------|-----------------------------------|----------|
|    |            |                                   |          |
| PERMISO SANITARIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MINISTERIO DE SALUD<br>No. 1448-2015  |            |                                   |          |
| REGION RECTORA DE SALUD CHOROTEGA   |            |                                   |          |
| AREA RECTORA DE SALUD BAGACES   |            |                                   |          |
| En cumplimiento a lo que establece la Ley General de Salud y el Reglamento General para el Otorgamiento de Permisos de Funcionamiento por parte del Ministerio de Salud, así como demás normativa vigente, se extiende el presente permiso sanitario de funcionamiento a:   |            |                                   |          |
| <b>CENTRO DE ACOPIO DE RESIDUOS DEL CENTRO DE SERVICIO RECURSOS GEOTERMICOS</b>   |            |                                   |          |
| NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO  |            |                                   |          |
| RAZON SOCIAL: INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD   |            |                                   |          |
| CÉDULA JURÍDICA N°: 4000042139  |            |                                   |          |
| REPRESENTANTE LEGAL: ALEXANDER SOLIS BARBOZA,   |            |                                   |          |
| CÉDULA DE IDENTIDAD N°: 1-0677-0013   |            |                                   |          |
| TIPO DE ACTIVIDAD: CENTRO DE ACOPIO DE RESIDUOS PARA LOS PROCESOS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO Y EXPLOTACIÓN GEOTERMICA   |            |                                   |          |
| DIRECCION:  | GUANACASTE | BAGACES                           | FORTUNA  |
|   | PROVINCIA  | CANTÓN                            | DISTRITO |
| OTRAS SEÑAS: UBICADO 5 KM AL NORTE DE LA IGLESIA EVANGÉLICA EL BUEN PASTOR, DETRÁS DE LAS PLANTAS MIRAVALLES I Y II, FORTUNA  |            |                                   |          |
| CLASIFICACION CIU   | 6302       | TIPO DE RIESGO                    | A        |
|   |            | CÓDIGO S.S.                       |          |
| DADO EN LA CIUDAD DE BAGACES A LOS 06 DÍAS DEL MES DE JULIO DE 2015   |            |                                   |          |
| El presente permiso es válido exclusivamente para la actividad y lugar arriba indicado por el periodo correspondiente, salvo que las condiciones de este o de su funcionamiento, o las infracciones que cometan a la legislación ameriten la suspensión o cancelación anticipada del mismo o la clausura del establecimiento para garantizar la salud de los trabajadores, de la población y del ambiente en general. |            |                                   |          |
| Tiene validez de: 5 AÑOS.   |            |                                   |          |
| DEBE SER RENOVADO EL 02 DE JULIO DE 2020  |            |                                   |          |
| Los alcances y condiciones bajo las cuales se otorga este permiso se establecen en la Resolución No. 102-2015   |            |                                   |          |
| Dra. Belzaida Barrantes Fonseca   |            | FIRMA                             |          |
| NOMBRE  |            | DIRECTOR(A) AREA RECTORA DE SALUD |          |
| DIRECTORA AREA RECTORA DE SALUD   |            | o del funcionario designado       |          |
| Original: Interesado  |            | CC.: Expediente del ARS           |          |
|    |            |                                   |          |
| COLÓQUESE EN LUGAR VISIBLE  |            |                                   |          |

**D1-15851-2015-SETENA**  
**Proyecto Geotérmico Borinquen**

[illegible][illegible]

## Anexo 8. Gestores de residuos autorizados.

  
MINISTERIO DE SALUD  
REPÚBLICA DE PERÚ

**DIRECCION DE PROTECCION AL AMBIENTE HUMANO**  
**Unidad de Administración de los Servicios de Salud en Ambiente Humano**

**Certificado de Registro Gestor Autorizado en Gestión de Residuos**  
**DPAH-UASSAH-RGA-049-2014**

Al Gestor en Residuos:

**MANEJO DE DESECHOS INDUSTRIALES S.A., MADISA**

Para brindar los servicios de recolección, transporte, acopio, molinda y compactación de residuos ordinarios, peligrosos (filtros, arena, aserrín y trocos impregnados de aceites y solventes, PVC) y de manejo especial (poliestireno expandido, barbas); y recolección, transporte y acopio de residuos peligrosos (aceite quemado, residuos líquidos acuosos) y residuos de manejo especial (fluorescentes, artefactos electrónicos).

Lo anterior según lo dispuesto en el artículo 46 del Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos, decreto N° 37567-S-MINAJET-H (publicado en La Gaceta N° 55 del 19 de marzo del 2013).

Fecha de Emisión: **23 de abril del 2014** Fecha de Renovación: **23 de abril del 2019**

  
Ing. Ana Villalobos Villalobos  
Directora a.i.

  
Ing. Ana Villalobos Villalobos  
Jefe





## COMPONENTE BIOLÓGICO

**Anexo 9.** Resultados de análisis de presencia de hidrocarburos, SAAM, grasa y aceites, realizados por laboratorios LAMBDA en cuerpos de agua superficiales, AID – PG Borinquen.



Teléfono: 2286-1168 / 2226-4462 • Fax: (506) 2226-4462 • Apartado 877-1011 San José, Costa Rica  
e-mail: lambda@icea.co.cr • www.laboratoriolambda.com

RESULTADO DE ANÁLISIS # 373,434

### ---RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO---

**FECHA:** 13 DE MAYO DE 2016

**SOLICITANTE:** ICE (INSTITUTO COSTARRICENSE  
DE ELECTRICIDAD).

**ATENCIÓN:** JOHAN VALERIO



**REFERENCIA:** MUESTRA DE AGUA POTABLE GA-AP 25, RECIBIDA POR EL LABORATORIO QUÍMICO LAMBDA EL DÍA 29 DE ABRIL DEL 2016.

#### ANÁLISIS:

#### RESULTADO PROMEDIO

HIDROCARBUROS TOTALES\*.....< 0,01mg/L  
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (SAAM)\*.....< 0,05 mg/L

#### OBSERVACIONES:

- \*\* ENSAYO NO ACREDITADO
- VER ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO QUÍMICO LAMBDA EN LA DIRECCIÓN ELECTRÓNICA: [www.eqa.or.cr](http://www.eqa.or.cr).
- CROMATOGRAFIA DE GASES CAPILAR.
- DIGITADO POR: glbs.
- MUESTRA CÓDIGO LAMBDA: 2325-Q35.







Tels.: 2286-1168 / 2226-4462 • Fax: (506) 2226-4462 • Apartado: 877-1011 San José, Costa Rica  
e-mail: lambda@racsa.co.cr • www.laboratoriolambda.com

RESULTADO DE ANÁLISIS # 373-435

**---RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO---**

**FECHA:** 13 DE MAYO DE 2016

**SOLICITANTE:** ICE (INSTITUTO COSTARRICENSE  
DE ELECTRICIDAD),

**ATENCIÓN:** JOHAN VALERIO



**REFERENCIA:** MUESTRA DE AGUA POTABLE GA-AP 26, RECIBIDA POR EL LABORATORIO QUÍMICO LAMBDA EL DÍA 29 DE ABRIL DEL 2016.

**ANÁLISIS:**

**RESULTADO PROMEDIO**

**HIDROCARBUROS TOTALES\*** ..... < 0,01 mg/L  
**SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (SAAM)\*** ..... < 0,05 mg/L

**OBSERVACIONES:**

- \*\* ENSAYO NO ACREDITADO
  - VER ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO QUÍMICO LAMBDA EN LA DIRECCIÓN ELECTRÓNICA: [www.ice.or.cr](http://www.ice.or.cr).
  - CROMATOGRFIA DE GASES CAPILAR.
  - DIGITADO POR: gibs.
  - MUESTRA CÓDIGO LAMBDA: 2325-Q36.
- \* ENSAYO ACREDITADO

RAPAEEL AMON PEREZ  
N.I. COCR 397

RESULTADO DE ANÁLISIS # 373,436

**ICAC-IEHA ECA**

**Licenciamento de ensaio**  
Alameda de Azeitefátima Nº 11 - 080  
Avenida da Paz nº 43 - 44.54 - 19047  
T. 011 210 000 000 - F. 011 210 000 000  
Alcance disponível em [www.eca.gov.br](http://www.eca.gov.br)

ATENCIÓN: JOHAN VALERIO

**RESULTADO PROMEDIO**

**OBSERVACIONES:**

| <p><b>- ** ENSAYO NO ACREDITADO</b></p>  | <p><b>* ENSAYO ACREDITADO</b></p> |
|--|-----------------------------------|
| <p>- VER ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO QUÍMICO LAMBDA EN LA DIRECCIÓN ELECTRÓNICA: <a href="http://www.cca.or.cr">www.cca.or.cr</a>.</p> |                                   |
| <p>- CROMATOGRAFÍA DE GASES CAPILAR.</p>   |                                   |
| <p>- DIGITADO POR: glbs.</p>   |                                   |
| <p>- MUESTRA CÓDIGO LAMBDA: 2325-Q37.</p>  |                                   |

RAFAEL CAMON PEREZ  
N.I. COCR 539



Tels: 2286-1168 / 2226-4462 • Fax: (506) 2226-4462 • Apartado: 877-1011 San José, Costa Rica  
e-mail: lambda@facsj.co.cr • www.laboratoriolambda.com

RESULTADO DE ANÁLISIS # 373.437

**---RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO---**

**FECHA:** 13 DE MAYO DE 2016

**SOLICITANTE:** ICE (INSTITUTO COSTARRICENSE  
DE ELECTRICIDAD).

**ATENCIÓN:** JOHAN VALERIO



**REFERENCIA:** MUESTRA DE AGUA POTABLE GA-AP 28, RECIBIDA POR EL LABORATORIO QUÍMICO LAMBDA EL DÍA 29 DE ABRIL DEL 2016.

**ANÁLISIS:**

**RESULTADO PROMEDIO**

HIDROCARBUROS TOTALES\* ..... < 0,01 mg/L  
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (SAAM)\* ..... < 0,05 mg/L

**OBSERVACIONES:**

- \*\* ENSAYO NO ACREDITADO
- VER ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO QUÍMICO LAMBDA EN LA DIRECCIÓN ELECTRÓNICA: [www.cca.or.cr](http://www.cca.or.cr).
- CROMATOGRAFÍA DE GASES CAPILAR.
- DIGITADO POR: gfb.
- MUESTRA CÓDIGO LAMBDA: 2325-Q38.

RAFAEL I. AMÓN PÉREZ  
N.I. CQCR 537



Tels.: 2286-1168 / 2226-4462 • Fax: (506) 2226-4462 • Apartado: 877-1011 San José, Costa Rica  
e-mail: lambda@ragsa.co.cr • www.laboratoriolambda.com

RESULTADO DE ANÁLISIS # 373,439

**---RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO---**

**FECHA:** 13 DE MAYO DE 2016

**SOLICITANTE:** ICE (INSTITUTO COSTARRICENSE  
DE ELECTRICIDAD).

**ATENCIÓN:** JOHAN VALERIO



**REFERENCIA:** MUESTRA DE AGUA POTABLE GA-AP 30, RECIBIDA POR EL LABORATORIO QUÍMICO LAMBDA EL DÍA 29 DE ABRIL DEL 2016.

**ANÁLISIS:**

**RESULTADO PROMEDIO**

HIDROCARBUROS TOTALES\* ..... < 0,01 mg/L  
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (SAAM)\* ..... < 0,05 mg/L

**OBSERVACIONES:**

- \*\* ENSAYO NO ACREDITADO
- VER ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO QUÍMICO LAMBDA EN LA DIRECCIÓN ELECTRÓNICA: [www.ccsa.or.cr](http://www.ccsa.or.cr).
- CROMATOGRAFÍA DE GASES CAPILAR.
- DIGITADO POR: gfb.
- MUESTRA CÓDIGO LAMBDA: 2325-Q40.

RAFAEL F. AMÓN PÉREZ  
N.I. CQCR 537



Tels.: 2286-1168 / 2226-4462 • Fax: (506) 2226-4462 • Apartado: 877-1011 San José, Costa Rica  
e-mail: lambda@raesa.co.cr • www.laboratoriolambda.com

RESULTADO DE ANÁLISIS # 373,440

**—RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO—**

**FECHA:** 13 DE MAYO DE 2016

**SOLICITANTE:** ICE (INSTITUTO COSTARRICENSE  
DE ELECTRICIDAD),

**ATENCIÓN:** JOHAN VALERIO



**REFERENCIA:** MUESTRA DE AGUA POTABLE GA-AP 31, RECIBIDA POR EL LABORATORIO QUÍMICO LAMBDA EL DÍA 29 DE ABRIL DEL 2016.

**ANÁLISIS:**

**RESULTADO PROMEDIO**

HIDROCARBUROS TOTALES\* ..... < 0,01 mg/L  
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (SAAM)\* ..... < 0,05 mg/L

**OBSERVACIONES:**

- \*\* ENSAYO NO ACREDITADO
- VER ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO QUÍMICO LAMBDA EN LA DIRECCIÓN ELECTRÓNICA: [www.eca.cr](http://www.eca.cr).
- CROMATOGRAFÍA DE GASES CAPILAR.
- DIGITADO POR: gfb.
- MUESTRA CÓDIGO LAMBDA: 2325-Q41.

RAFAEL AMON PEREZ  
N.I. CQCR 537



