



## Informe de Responsabilidad Ambiental

Informe de Responsabilidad N° XLV-2018  
Periodo del Informe: abril-junio 2018

### Proyecto Geotérmico Las Pailas

Ubicación: Provincia: Guanacaste, Cantón: Liberia,  
Distrito: Curubandé

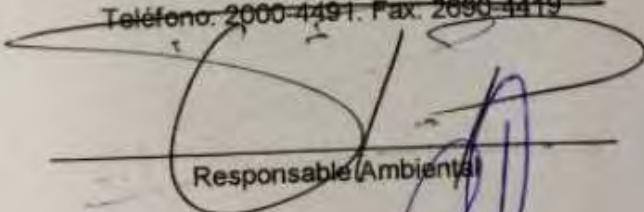
Nº de Expediente: 0788-2004-SETENA

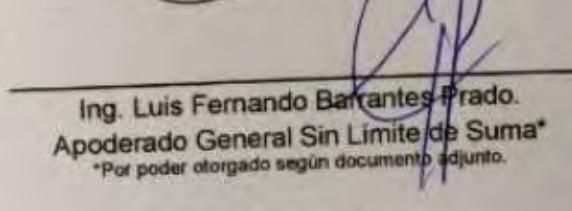
### Responsable Ambiental

Biól. Farrel Ruiz Pacheco

Inscrito en SETENA bajo el Registro 156-2009 con vencimiento al  
17 de octubre del 2019

Teléfono: 2000-4491. Fax: 2000-4419

  
Responsable Ambiental

  
Ing. Luis Fernando Barrantes Prado.  
Apoderado General Sin Límite de Suma\*  
\*Por poder otorgado según documento adjunto.

Agosto 2018

## Índice de Contenido

1. CONTENIDO .....	9
a. Introducción .....	9
b. Plan de Gestión Ambiental.....	9
Medida U2P Nº1. Educación Ambiental.....	10
Medida U2P Nº2. Gestión de Residuos. ....	11
Medida U2P Nº3. Paisaje. ....	14
Medida U2P Nº4. Calidad del aire, emisión de gases por combustión de hidrocarburos en motores.....	15
Medida U2P Nº5. Calidad del aire, emisiones de gases no condensables pruebas de pozos, casa de máquinas y operación de campo.....	16
Medida U2P Nº7. Efectos sobre la salud de las personas producto de la emisión de gases no condensables, principalmente el H2S. ....	22
Medida U2P Nº8. Sólidos en suspensión en el aire.....	23
Medida U2P Nº9. Ruido Natural, generado por circulación de vehículos u operación de maquinaria. ....	24
Medida U2P Nº10. Ruido Natural, salud en las personas. ....	24
Medida U2P Nº11. Generación de ruido. ....	25
Medida U2P Nº12. Aguas superficiales, combustibles y lubricantes en Plataformas. ....	27
Medida U2P Nº13. Aguas superficiales, fluidos geotérmicos. ....	30
Medida U2P Nº 14. Efecto sobre la salud de las personas. ....	32
Medida U2P Nº 15. Flora, eliminación de vegetación.....	35
Medida U2P Nº 16. Efectos sobre la Fauna.....	37
Medida U2P Nº 17. Calidad de aguas de escorrentía superficial.....	39
Medida U2P Nº 18. Residuos, calidad de vida.....	41
Medida U2P Nº 19. Residuos, aceites y combustibles. ....	50
Medida U2P Nº 20. Cambio superficial de suelo.....	53
Medida U2P Nº 21. Calidad de vida, generación de ruido y vibraciones.....	54
Medida U2P Nº 22. Ecosistemas flora. ....	55
Medida U2P Nº 23. Flora, reducción de cobertura de bosques.....	55
Medida U2P Nº 24. Flora, pastizal arbolado. ....	56
Medida U2P Nº25. Alteración a la fauna silvestre. ....	56
Medida U2P Nº26. Ictiofauna, Macroinvertebrados Acuáticos, Anfibios y Reptiles. ....	56
Medida U2P Nº27. Ictiofauna, Macroinvertebrados Acuáticos y Herpetofauna.....	69
Medida U2P Nº28 Fauna, distorsión del comportamiento por modificación del hábitat. ....	71
Medida U2P Nº 29. Ornitofauna y Mastofauna, Alteración del hábitat por eliminación de cobertura vegetal.....	84
Medida U2P Nº30. Ornitofauna y Mastofauna, cambios en la diversidad. ....	94
Medida U2P Nº 31. Ornitofauna y Mastofauna, modificación de hábitos alimenticios. ....	100
Medida U2P Nº32 Ornitofauna y Mastofauna, mortalidad de aves y mamíferos por electrocución.....	104
Medida U2P Nº33. Herpetofauna, Ornitofauna, Mastofauna e Insectos, afectación por luminarias.....	106
Medida U2P Nº34 Patrimonio, sitios arqueológicos. ....	108
Medida U2P Nº 35. Componente escombreras.....	110
Medida U2P Nº 36. Servicios Básicos, agua potable para consumo humano. ....	110

Medida U2P Nº 37. Condiciones de trabajo, Salud Ocupacional.....	113
Medida U2P Nº38. Social, alteración de la cotidianidad de las Comunidades.....	120
Medida U2P Nº39. Social, percepción local. ....	125
Medida U2P Nº40. Social, Seguridad vial. ....	126
Medida U2P Nº41. Social, actividad turística.....	129
Medida U2P Nº 42. Paisaje, inserción de Obras. ....	129
c. Otros datos específicos .....	130
Avance constructivo .....	130
Planta de Generación de Electricidad .....	130
Plazoletas de Perforación.....	131
Tuberías de trasiego de fluidos Geotérmicos .....	132
Estaciones de Separación .....	132
Sistema de Refrigeración en Frío .....	133
Laguna 4 .....	133
Laguna 2 .....	133
Laguna 3 .....	133
Tubería de polietileno para reinyección de lagunas .....	134
Escombrera .....	134
Subestación .....	134
Línea de Transmisión.....	134
Manejo de aguas de caminos internos .....	134
Edificios Administrativos CSRG.....	135
2. NO CONFORMIDADES .....	136
3. CUMPLIMIENTO DE RECOMENDACIONES DEL PERIODO ANTERIOR .....	136
4. NUEVAS RECOMENDACIONES.....	136
5. ANEXOS .....	137

## Índice de Figuras

Figura 1. Charla sobre Arqueología en Campos Geotérmicos del ICE. ....	10
Figura 2. Listas de asistencia a capacitaciones en Gestión Ambiental .....	11
<b>Figura 3.</b> Recipientes utilizados en la clasificación de residuos en PGP-13. ....	11
<b>Figura 4.</b> Uso de toallas absorbentes en trampas para aguas oleaginosas en PGP-03. ....	12
<b>Figura 5.</b> Vehículos y equipos en mantenimiento. ....	12
Figura 6. Reportes de mantenimiento de equipos de perforación y vehículos. ....	13
<b>Figura 7.</b> Vista panorámica PLP-03.....	14
<b>Figura 8.</b> Vista panorámica de PLP-01 desocupada por el equipo de perforación Cardwell Kb-700 KB. ....	15
<b>Figura 9.</b> Vehículos utilizados para en la perforadora Cardwell KB-700.....	15
<b>Figura 10.</b> Sistemas de escape de equipos de perforación Cardwell KB-700.....	16
<b>Figura 11.</b> Pruebas de producción de pozos geotérmicos PGP-53 y PGP-83 en PLP-13 .....	18
Figura 12. Pruebas de producción de pozos geotérmicos PGP-53 y PGP-83 en PLP-13.....	19
Figura 13. Pruebas de producción de pozos geotérmico PGP-61.....	19
Figura 14. Muestreo de aguas de lluvia en áreas pobladas. ....	20
<b>Figura 15.</b> Registros sobre el pH de las lluvias. ....	21
<b>Figura 16.</b> Detector portátil de gas utilizados en pozos geotérmicos.....	22
<b>Figura 17.</b> Prácticas sobre el uso de equipos de respiración auto contenida. ....	23
Figura 18. Comunicados mediante correo electrónico al personal sobre límites de velocidad.....	24
<b>Figura 19.</b> Registros de monitoreo de ruido en zonas pobladas cercanas al AP. ....	27
Figura 20. Reportes de mantenimiento de equipos de perforación y vehículos. ....	28
Figura 21. Inventario total de residuos generados mensualmente .....	29
<b>Figura 22.</b> Despacho de residuos para disposición final. ....	29
<b>Figura 23.</b> Lagunas almacenamiento de fluidos geotérmicos y de perforación en PLP-03.....	30
<b>Figura 24.</b> Registros relacionados a pH, Cl y conductividad en aguas del AP. ....	31
<b>Figura 25.</b> Sitios rotulados para agua potable y no potable. ....	32
Figura 26. Análisis de laboratorio en aguas de consumo humano. ....	35
Figura 27. Abono de árboles plantados en áreas sometidas a reforestación.....	36
Figura 28. Aplicación de abono en la Escombrera 1. ....	36
<b>Figura 29.</b> Dispositivos para escape de fauna en plazoletas de perforación.....	38
Figura 30. Sedimentador en el Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II.....	39
<b>Figura 31.</b> Registros de análisis químicos de las aguas .....	41
Figura 32. Charla de Gestión de Residuos al personal de Maquinaria. ....	42
Figura 33. Porcentajes de residuos ingresados al Centro de Acopio, II Trimestre 2018.....	43
<b>Figura 34.</b> Variaciones en las cantidades de residuos mayormente reportados. ....	43
Figura 35. Proceso de entrega de residuos a gestores autorizados por el Ministerio de Salud. ....	44
Figura 36. Porcentaje de reutilización de residuos en el proyecto. ....	45
Figura 37. Trituración de residuos orgánicos para la Elaboración de Compost. ....	46
<b>Figura 38.</b> Incremento en el aprovechamiento de residuos orgánicos. ....	46
Figura 39. Conformación de pilas de compost.....	47
Figura 40. Muestreo de aguas residuales en Planta de Tratamiento de Curubandé en conjunto con miembros de la Comunidad. ....	47
Figura 41. Charla sobre Tratamiento de Aguas Residuales en la comunidad de Curubandé. ....	48
Figura 42. Control Estatal por parte del Ministerio de Ambiente y Energía en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Curubandé. ....	48
Figura 43. Permiso de Funcionamiento Sanitario del Centro de Acopio. ....	49

Figura 44. Gestores de residuos autorizados por el Ministerio de Salud. ....	49
Figura 45. Charla de atención de derrames y de Inducción de Gestión Ambiental a contratistas ..	50
Figura 46. Atención de un derrame de hidrocarburos. ....	51
Figura 47. Registro de Inspección realizada a maquinaria alquilada. ....	51
Figura 48. Retiro de Residuos Peligrosos por un Gestor autorizado. ....	52
Figura 49. Inspección de camión para el traslado de residuos peligrosos. ....	52
Figura 50. Regla y tierra orgánica sobre los taludes de la Plazoleta 13. ....	53
Figura 51. Recubrimiento del talud con geo membrana. ....	54
Figura 52. Manejo de taludes de la Laguna 4 finalizado. ....	54
Figura 53. Inventario de Árboles para construcción de acueducto. ....	55
Figura 54. Corte de árbol caído sobre el camino acceso a la Plazoleta 16. ....	55
Figura 55. Mantenimiento forestal sobre las rutas de vapor-ductos. ....	56
Figura 56. Sitios para el monitoreo de calidad de agua, Qb Yugo abajo y Qb. Jaramillo. ....	57
Figura 57. Mediciones directas parámetros físico químicos, calidad de cuerpos de agua del PG Las Pailas II, abril 2018. ....	58
Figura 58. Recolecta de macroinvertebrados, abril 2018. ....	60
Figura 59. Sitio Qb. Azufrales abajo, Proyecto Geotérmico Las Pilas Unidad II. ....	60
Figura 60. Cantidad de individuos de macroinvertebrados por sitios de monitoreo a lo largo de las campañas de monitoreo del 2014 al 2018, abril 2018. ....	63
Figura 61. Larva de <i>Leptonema</i> género más común en abril 2018. ....	64
Figura 62. Ninfa de <i>Leptohyphes</i> , segundo género común en abril 2018. ....	64
Figura 63. Monitoreo de peces con técnica de electro-pesca en cuerpos de agua del Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II. Abril, 2018. ....	66
Figura 64. Especie abundante en monitoreo de peces, abril 2018. ....	67
Figura 65. Cantidad de individuos por especie en cada uno de los sitios de monitoreo de calidad de agua. Abril, 2018. ....	67
Figura 66. Plan de Mantenimiento de Sedimentadores. ....	68
Figura 67. Inspección de sedimentadores en abril 2018. Se observa acumulación de hojas secas. ....	69
Figura 68. Sedimentadores colmatados en junio, 2018. ....	69
<b>Figura 69.</b> Áreas para almacenamiento de sustancias peligrosas en perforadoras. ....	70
<b>Figura 70.</b> Registros monitoreo químico de las aguas. ....	71
Figura 71. Nota emitida por el Centro de Rescate Las Pumas donde exponen las condiciones para brindar el servicio médico solicitado. ....	73
Figura 72. Nota emitida por la Unidad de Biología donde se solicita al Centro de Rescate Las Pumas los servicios médicos veterinarios. ....	73
Figura 73. Sitios de obra en los que se da por finalizado el rescate de flora y fauna, Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II. ....	74
Figura 74. Cantidad de individuos por especie rescatados en el II Trimestre 2018. ....	75
Figura 75. Rescates de serpiente Béquer ( <i>B. imperator</i> ) en alcantarillado para aguas pluviales. ....	75
Figura 76. Transecto ubicado en zona de charral. ....	76
Figura 77. Transecto ubicado en zona de parche de bosque. ....	77
Figura 78. Transecto ubicado en zona de bosque. ....	77
Figura 79. Transecto ubicado en la Quebrada El Yugo. ....	78
Figura 80. Ubicación de los transectos para el monitoreo de herpetofauna dentro del AP del PG Las Pailas Unidad II. ....	78
Figura 81. Transecto para el monitoreo nocturno de herpetofauna dentro del AP del PG Las Pailas Unidad II. ....	79

Figura 82. Registro de anfibios y reptiles durante monitoreo de herpetofauna. Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II. II trimestre 2018. ....	80
Figura 83. Cantidad de individuos registrados en los transectos de monitoreo, Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II.II Trimestre, 2018. ....	80
Figura 84. Observación de pareja de <i>N. oxylophus</i> en monitoreo nocturno Qb. Yugo, Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II. Abril, 2018. ....	81
<b>Figura 85.</b> Avistamiento de la rana de vidrio ( <i>C. granulosa</i> ) durante monitoreo nocturno. Qb. Yugo, Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II. Abril, 2018 .....	81
Figura 86. Charla sobre serpientes venenosas al personal de Gestión de residuos del Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II, junio 2018. ....	82
Figura 87. Mantenimiento de reductor de velocidad. ....	83
Figura 88. Rótulos de velocidad máxima instalados dentro del área del Proyecto. ....	83
Figura 89. Ubicación de los puntos de conteo para el monitoreo de aves en tres transectos dentro del AP del PG Las Pailas II. ....	85
Figura 90. Registros del II trimestre del 2018 de cantidades de aves identificadas mediante puntos de conteo en transectos de monitoreo. ....	86
Figura 91. Monitoreo de aves, abril 2018. ....	86
Figura 92. Transectos para el monitoreo de mamíferos terrestres. ....	87
Figura 93. Colocación de cámaras trampa para monitoreo de mamíferos terrestres. Junio, 2018. ....	88
Figura 94. Cámaras trampa utilizadas para el monitoreo de mamíferos. ....	88
Figura 95. Registro de Dantas ( <i>T. bairdii</i> ) en monitoreo de mamíferos mediante cámaras trampa. Junio, 2018. ....	89
Figura 96. Registro de Manigordo ( <i>L. pardalis</i> ) en monitoreo de mamíferos mediante cámaras trampa. Mayo 2018. ....	90
Figura 97. Mono cara blanca y pareja de monos congo observados durante monitoreos diurno. Abril, 2018. ....	90
<b>Figura 98.</b> Registro de Caucel ( <i>L. wiedii</i> ) en monitoreo nocturno de mamíferos, abril 2018. ....	91
Figura 99. Toma de datos para la identificación de ratones. ....	92
Figura 100. Cantidad de individuos capturados mensualmente durante el 2018. ....	93
Figura 101. Captura del murciélagos ( <i>A. jamaicensis</i> ). Junio, 2018. ....	93
<b>Figura 102.</b> Cantidad de especies florísticas según tipo de hábito registradas en el Campo Geotérmico Las Pailas. Junio 2018. ....	94
Figura 103. Indicios de fauna encontrados para determinar rutas de paso de mamíferos terrestres. ....	95
Figura 104. Ubicación de los pasos subterráneos dentro del Proyecto. ....	96
Figura 105. Evidencia de un tepezquintle ( <i>C. paca</i> ) utilizando el paso subterráneo Nº1. Abril, 2018. ....	97
Figura 106. Evidencia de un tepezquintle ( <i>C. paca</i> ) utilizando el paso subterráneo Nº2 Yugo. Mayo, 2018. ....	97
Figura 107. Ubicación de pasos aéreos para fauna. ....	98
Figura 108. Mono carablanca ( <i>C. imitator</i> ) y zorro de balsa ( <i>Caluromys derbianus</i> ) utilizando uno de los puentes para fauna arborícola. Junio, 2018. ....	99
Figura 109. Colocación de rótulos preventivos sobre la presencia de fauna en la vía Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II. ....	100
<b>Figura 110.</b> Mediciones de ruido efectuadas dentro del Proyecto. Mayo, 2018. ....	100
<b>Figura 111.</b> Medición de los niveles de ruido en puntos de conteo para monitoreo de aves durante mayo 2018. ....	101
Figura 112. Rótulos instalados en el Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II. ....	102
Figura 113. Charla de Inducción donde se indica la prohibición de alimentar animales. ....	103

Figura 114. Ampliación del Relleno Sanitario del Proyecto Geotérmico Pailas. ....	103
Figura 115. Nota del Ministerio de Salud sobre Relleno Sanitario del Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II. ....	104
Figura 116. Dispersores para aves instalados en LT. ....	105
Figura 117. Recorridos en ruta de la Línea de Transmisión, mayo 2018. ....	105
Figura 118. Láminas antiescalamiento. ....	106
Figura 119. Recolecta de insectos atraídos por las luces artificiales instaladas en los alrededores de la Casa de Máquinas. Mayo, 2018. ....	107
<b>Figura 120.</b> Canal para manejo de aguas Casa Máquinas Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II. ....	108
Figura 121. Camino de acceso a tubería de soplado, Casa de Máquinas Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II. ....	109
Figura 122. Charla al personal C.S.R.G - ICE. ....	110
Figura 123. Traslado de troncos de árboles a la superficie de la Escombrera 1 para utilizarlos como barrera. ....	110
Figura 124. Reunión Comunal en Curubandé, II Trimestre 2018. ....	111
Figura 125. Visita y construcción de acceso al sitio de la Toma Principal. ....	111
Figura 126. Oficio de entrega oficial del diseño final del Acueducto de Curubandé. ....	112
<b>Figura 127.</b> Actividades realizadas, horas de capacitación y colaboradores participantes, segundo trimestre 2018. ....	113
<b>Figura 128.</b> Distribución de capacitaciones por proceso, segundo trimestre 2018. ....	113
Figura 129. Inspecciones planeadas efectuadas y porcentaje de conformidad de aspectos evaluados, segundo trimestre 2018. ....	114
<b>Figura 130.</b> Inspecciones realizadas por proceso, segundo trimestre 2018. ....	114
<b>Figura 131.</b> Reuniones de grupo efectuadas en el segundo trimestre 2018. ....	115
Figura 132. Actividades de promoción efectuadas en el segundo trimestre del 2018. ....	115
<b>Figura 133.</b> Inspecciones de maquinaria alquilada, segundo trimestre 2018. ....	116
Figura 134. Capacitaciones sobre riesgos del trabajo. ....	119
<b>Figura 135.</b> Material informativo al personal sobre temas de salud y seguridad. ....	119
<b>Figura 136.</b> Hojas de seguridad en perforadoras. ....	120
Figura 137. Reunión Comunal en Santa María, II Trimestre 2018. ....	121
Figura 138. Reparación de malla ciclón, Escuela Curubandé. II trimestre, 2018. ....	122
Figura 139. Mejoras en acceso a Barrio el Porvenir y rampa de ingreso a la Iglesia católica de la comunidad de Curubandé. ....	123
Figura 140. Atención visita estudiantes Universidad de Pennsylvania. II Trimestre, 2018. ....	124
Figura 141. Educación Ambiental Escuela Curubandé, II Trimestre 2018. ....	124
Figura 142. Personal contratado por Provincia, PG Las Pailas II. ....	125
Figura 143. Personal contratado en el Proyecto por área de influencia. ....	126
Figura 144. Reductor de velocidad, Curubandé. ....	127
Figura 145. Afiche informativo 800-GEOTERMIA. ....	127
Figura 146. Informativo 800-GEOTERMIA, EBAIS Curubandé. ....	128
<b>Figura 147.</b> Reductores de velocidad, ruta de acceso al Proyecto. ....	128
Figura 148. Rotulación vertical, ruta acceso al Proyecto. ....	129
Figura 149. Mantenimiento de pantallas vegetales y líneas corta fuego. ....	130
<b>Figura 150.</b> Avance general de Casa de Máquinas. ....	131
Figura 151. Instalación de tuberías de sistema de pozo caliente. ....	131
Figura 152. Instalación de turbina y generador. ....	131
Figura 153. Avance en la PL-12. ....	132
Figura 154. Avances en PL-11. ....	132

Figura 155. Avance en Estaciones Separadoras.....	133
Figura 156. Trabajos en Laguna 3.....	133
Figura 157. Avances en subestación.....	134
Figura 158. Construcción de cunetas.....	135
Figura 159. Colocación de tratamiento asfáltico en caminos internos.....	135

## Índice de Cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Registros ambientales en pruebas de producción de pozos geotérmicos PGP-53 y PGP-83 en PLP-13.....	16
<b>Cuadro 2.</b> Registros ambientales en pruebas de producción de pozos geotérmicos PGP-52 y PGP-72 y PGP-82 en PLP-12.....	17
<b>Cuadro 3.</b> Registros ambientales en pruebas de producción del pozo geotérmico PGP-61 en PLP-11.....	18
<b>Cuadro 4.</b> Valores de referencia de la OSHA.....	20
<b>Cuadro 5.</b> Informe mensual de niveles de ruido.....	25
<b>Cuadro 6.</b> Parámetros de calidad de aguas para consumo humano.....	31
Cuadro 7. Cantidad de residuos generados, II trimestre 2018.....	42
<b>Cuadro 8.</b> Residuos del Proyecto despachados por medio de gestores autorizados, II Trimestre 2018.....	44
<b>Cuadro 9.</b> Residuos despachados por el Centro de Acopio para ser reutilizados por frentes de trabajo del Proyecto, II trimestre 2018.....	45
Cuadro 10. Residuos peligrosos entregados durante el II trimestre, 2018.....	53
Cuadro 11. Sitios para el monitoreo de calidad de cuerpos de agua asociados al PG Las Pailas Unidad II.....	57
<b>Cuadro 12.</b> Valores obtenidos en abril del 2018 de análisis físico-químico para calidad de cuerpos de agua del PG Las Pailas Unidad II.....	58
Cuadro 13. Cálculo del Índice Holandés para el monitoreo efectuado en abril del 2018 para calidad de cuerpos de agua del PG Las Pailas Unidad II.....	59
Cuadro 14. Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados acuáticos colectados en nueve sitios en el PG Las Pailas Unidad II. Abril 2018.....	61
Cuadro 15. Valores obtenidos en cada uno de los sitios monitoreados y su nivel de calidad de agua según el Índice BMWP-CR. Abril, 2018.....	65
Cuadro 16. Comparación del Índice Biológico BMWP-CR, Índice Físico-químico holandés e ICA en los 11 sitios de monitoreo, abril 2018.....	65
Cuadro 17. Charlas impartidas al personal de Proyecto durante el II trimestres del 2018.....	82
Cuadro 18. Registro de fauna que utiliza los pasos subterráneos y aéreos. II Trimestre 2018, Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II.....	99
<b>Cuadro 19.</b> Datos obtenidos en muestreo de ruido realizado el 27 de abril del 2018.....	116
<b>Cuadro 20.</b> Datos obtenidos en muestreo de ruido realizado el 27 de abril del 2018.....	117
<b>Cuadro 21.</b> Registro de Reuniones Comunales, II Trimestre, 2018.....	120
Cuadro 22. Solicitudes comunales, II Trimestre 2018.....	122

## Índice de Anexos

Anexo 1. Comprobante de depósito de Garantía Ambiental. ....	137
Anexo 2. Anotaciones Bitácora Ambiental. ....	138
Anexo 3. Plan de Gestión Ambiental. ....	145
Anexo 4. Informe Etapa Operativa y Monitoreo Ambiental de la Planta Pailas I. ....	176
<b>Anexo 5. Análisis de la distribución de frecuencia y presión sonora del espectro acústico .....</b>	<b>228</b>
<b>Anexo 6. Análisis comparativo de luminarias utilizadas en máquinas de perforación de pozos geotérmicos y su efecto de atracción en los insectos, Proyecto Geotérmico Pailas Unidad II. ....</b>	<b>242</b>

## **1. CONTENIDO**

### **a. Introducción**

Este informe corresponde al estado de avance de los trabajos del Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II. El Proyecto se encuentra ubicado en la provincia de Guanacaste, cantón de Liberia a 24.6 kilómetros del centro, en el distrito de Curubandé. El mismo se encuentra a una elevación promedio de 737 m.s.n.m., sus coordenadas medias son 353900 Este 1190062 Norte.

El proyecto cuenta con Viabilidad Ambiental por medio de la Resolución N°3688-2005-SETENA, emitido el 12 de diciembre del 2005. Se estableció una periodicidad de 3 meses para la presentación de los informes de regencia. El 26 de setiembre del 2012 se obtiene la Resolución N° 2457-2012-SETENA, en la cual se avala la modificación del proyecto presentada el 19 de julio de 2012. En la fecha del 02 de febrero del 2015 se obtiene la Resolución N° 0168-2015-SETENA, modificación de proyecto presentada a la Secretaría el 17 de diciembre del 2014. La Garantía Ambiental se encuentra vigente hasta el 01 de febrero del 2019, mediante comprobante de depósito N°184234 emitido el 01 de marzo del 2017 por el Banco Nacional de Costa Rica (Anexo 1).

Se presenta este Informe de Responsabilidad Ambiental que comprende las actividades entre abril, mayo y junio del año en curso. Los detalles específicos sobre el cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental (PGA) se resumen en el apartado b.

La información correspondiente, según el área, es suministrada por la Bióloga Laura Artavia Murillo, la Socióloga Kattia Barker Wright, el Arqueólogo Arturo Hernández Ruíz, el Diplomado en Gestión Ambiental Kenneth Villalobos Ramírez, el Ingeniero Eléctrico Didier Ugalde Rodríguez, el Ingeniero en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental Greivin Sequeira Hernández. De parte del personal del Centro de Servicio de Recurso Geotérmico el Ingeniero Industrial Johan Valerio Pérez y de parte del personal del Centro de Producción Pailas I el Ingeniero Jorge Vindas Evans.

A la fecha continua pendiente la habilitación de la nueva bitácora ambiental, según se solicitó a la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, debido a lo anterior, en el presente informe se incluyen las anotaciones que se han realizado en un libro de actas Anexo 2.

### **b. Plan de Gestión Ambiental**

El Plan de Gestión Ambiental como tal se anexa adelante (Anexo3), a continuación, se presenta el estado de avance de las medidas del PGA hasta la fecha.

## Medida U2P N°1. Educación Ambiental.

Anualmente se programan espacios de capacitación con grupos operativos, destacados durante el desarrollo del Campo Geotérmico Las Pailas, para ello, se han considerado una serie de temas de importancia relacionados a la gestión socioambiental, en donde se destacan los siguientes:

- a) Evaluación de impacto ambiental – marco conceptual.
- b) Impactos ambientales considerados en el plan de gestión ambiental.
- c) Manejo de integral de residuos.
- d) Monitoreo de fauna silvestre y hepertofauna.
- e) Gestión Social.
- f) Arqueología
- g) Manejo y control de derrames
- h) Prevención y control de incendios forestales (ERI)

Para este trimestre, las actividades se han enfocado en el tema de arqueología en Campo Geotérmicos, donde se sensibiliza al personal en este tema, evaluaciones arqueológicas realizadas en Campos Geotérmicos. En la Figura 1 se ilustran actividades realizadas y en la Figura 2 se incluye el registro de los participantes.



**Figura 1.** Charla sobre Arqueología en Campos Geotérmicos del ICE.

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD INGENIERIA Y CONSTRUCCION				Lote: F04-09-01 Versión: 8 Página: 1 de 2 Número de revisión: 00 Fecha: 22/07/2019
Formación al personal		Formación al personal		
Identificación de la persona:	Identificado por:	Identificado por:	iC	
ESTM-02-2018-11	Grado/Enfermería	Director General	Versión: 8   Página: 2 de 2	
FECHA: 5/07/18	LUGAR: Asturias ESE	TOTAL HORAS: 2		
HORA INICIO: 07:00	HORA FINAL: 09:00			
INSTRUCTOR (ES)		FIRMA		
Alberto Hernández				
TOTAL ASISTENTES: 24				
CÓDIGO	NOMBRE DEL DOCUMENTO / FORMACIÓN		VERSIÓN	
Aquejamiento en Gestión Ambiental				
PERSONAL FORMADO				
NOMBRE	FIRMA	CEDULA	CENTRO FUNCIONAL	
1. Jorjette Rodríguez		0-495700-1	16-22	
2. Alvaro Mayolos Olivares		5-015-924	16-20	
3. Blasita Teruelde Uribe		1-160-019	16-20	
4. Marisol de los Angeles Sánchez		1-242-000-2	16-20	
5. Luisa Jiménez		0-002-040-5	16-20	
6. José Alvaro Rodríguez Sibaja		0-000-017-0	16-20	
7. Raquel Ayerle Wright		5-201-923	16-20	
8. Noelia Alvarado		1-160-123	16-20	
9. Susana Cárdenas		0-009-119	16-20	
10. Silvia Gómez Gómez		3-261-700	16-20	
11. Cecilia Valverde Castro		2-510-611	16-20	
12. H. Ad. Tovar Q.		2-025-147	16-20	
13. Lourdes Tovar Q.		1-181-632	16-20	
14. Esteban Cárdenas Pacheco		3-000-230	16-20	
15. Ignacio Gómez Gómez		0-201-053	16-20	
16. Raquel Tovar Sotelo		1-318-179	16-20	
© Documento Revisoría Propiedad del ICE, prohibida su reproducción total o parcial sin autorización.				
© Documento Revisoría Propiedad del ICE, prohibida su reproducción total o parcial sin autorización.				

**Figura 2.** Listas de asistencia a capacitaciones en Gestión Ambiental

### Medida U2P N°2. Gestión de Residuos.

Todos los residuos generados en la perforadora de pozos profundos, Cardwell KB-700, son acopiados temporalmente en recipientes plásticos con tapa y rotulados para garantizar una separación de residuos (Figura 3).



**Figura 3.** Recipientes utilizados en la clasificación de residuos en PGP-13.

Para el manejo y control de derrames en los sitios de perforación se utilizan toallas absorbentes hidrofóbicas y sistemas de trampas para aguas oleaginosas según se muestra en la Figura 4. Los residuos generados producto del mantenimiento de trampas y equipos son recolectados y enviados al Centro de Acopio para gestionar su disposición final.



**Figura 4.** Uso de toallas absorbentes en trampas para aguas oleaginosas en PGP-03.

Las áreas de mantenimiento vehicular y equipos cuentan con programas que permiten un funcionamiento adecuado, de esta forma reducir la posibilidad que se presenten fugas de combustibles o lubricantes. Los programas de mantenimiento se ejecutan de la siguiente manera:

1. Equipos de Perforación Profunda - Responsable: Mantenimiento de Perforación mediante, el software API PRO.
2. Vehículos y Maquinaria - Responsable: Unidad de Transporte Maquinaria y Equipos mediante, el Sistema Gestión de Mantenimiento de Vehículos Institucionales.

El mantenimiento de los equipos de perforación se organiza mediante un manual de mantenimiento para cada perforadora y el mantenimiento preventivo vehicular se detalló en informes anteriores.

En la Figura 5 se muestran imágenes que forman parte del mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipos que realiza el ICE. En la Figura 6 se incluyen reportes de mantenimiento de equipos de perforación y vehículos del periodo.



**Figura 5.** Vehículos y equipos en mantenimiento.

**Figura 6.** Reportes de mantenimiento de equipos de perforación y vehículos.

### **Medida U2P Nº3. Paisaje.**

Las plazoletas de perforación permanecen ordenadas, de esta manera se reducen accidentes o derrames de sustancias peligrosas. Según se evidencia a continuación en la Figura 7, diferentes sectores de PLP-03 donde el equipo Cardwell KB-700 perfora el PGP-13 actualmente.



**Figura 7.** Vista panorámica PLP-03.

Los residuos se mantienen en áreas específicas donde se realiza la tarea de separación. Los recipientes cuentan con tapa, diferenciados por diferentes colores y rotulados con el nombre de cada tipo de residuo, según se evidenció se mencionó en la medida U2P Nº2.

Al finalizar las labores de perforación la plataforma queda ordenada y todos los elementos de la perforadora son retirados. A partir de mayo 2018, el equipo de perforación Cardwell KB-700 finalizó el mantenimiento de todos sus componentes en PLP-01 y se trasladó a PLP-03, para continuar con el programa de perforación 2018.

En la Figura 8 se evidencia la condición final de PLP-01, después de su desocupación.



**Figura 8.** Vista panorámica de PLP-01 desocupada por el equipo de perforación Cardwell Kb-700 KB.

En los sitios donde es factible, se instalan barreras verdes para realizar un enmascaramiento de obras y mejorar la conectividad estructural del bosque; sin embargo, para el actual trimestre no se plantaron árboles.

**Medida U2P Nº4. Calidad del aire, emisión de gases por combustión de hidrocarburos en motores.**

El C.S.R.G. opera con vehículos institucionales con marchamo y revisión técnica vehicular al día (RTV). En la Figura 9 se evidencia que camiones y vehículos asignados para el traslado de colaboradores y materiales en las perforadoras de pozos profundos cuentan con sus permisos de circulación pertinentes.



**Figura 9.** Vehículos utilizados para en la perforadora Cardwell KB-700.

La maquinaria y vehículos cuentan con un programa de mantenimiento, que garantiza un funcionamiento adecuado, de manera que las emisiones sean mínimas según se evidenció en la medida U2P Nº2.

No se permite el uso de maquinaria, equipo o vehículos que presentan fugas de aceites, combustibles, ruptura en los sistemas de escape, ni desperfectos en los sistemas catalizadores. En la

Figura 10 se evidencia el estado de los sistemas de escape de los equipos de perforación.



**Figura 10.** Sistemas de escape de equipos de perforación Cardwell KB-700.

**Medida U2P Nº5. Calidad del aire, emisiones de gases no condensables pruebas de pozos, casa de máquinas y operación de campo.**

Se realizan mediciones de gases no condensables en las pruebas de producción (H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>), en la plataforma de perforación como en las zonas pobladas más cercanas. A continuación, se detallan los registros de las pruebas de pozo realizadas en este trimestre (Cuadro 1, Cuadro 2 y Cuadro 3). Complementariamente en la Figura 11, Figura 12 y Figura 13 se ilustran cada una de las actividades.

**Cuadro 1.** Registros ambientales en pruebas de producción de pozos geotérmicos PGP-53 y PGP-83 en PLP-13.

Valores registrados en la periferia de la plazoleta			
Mediciones	H <sub>2</sub> S (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Nivel de ruido (dBA)
Valor Mínimo	0.000	203	60.30
Valor Máximo	0.073	380	86.70
Valor Promedio	0.006	325	74.80

Área Poblada		Pulpería P.N.R.V	
Medición	H <sub>2</sub> S (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Nivel de ruido (dBA)
Valor Mínimo	0.001	336	39.10
Valor Máximo	0.002	340	46.60

Valor Promedio	0.002	338	42.28
----------------	-------	-----	-------

Área Poblada		Hotel R.V.L	
Medición	H <sub>2</sub> S (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Nivel de ruido (dBA)
Valor Mínimo	0.003	243	39.00
Valor Máximo	0.005	295	43.30
Valor Promedio	0.004	265	41.41

**Cuadro 2.** Registros ambientales en pruebas de producción de pozos geotérmicos PGP-52 y PGP-72 y PGP-82 en PLP-12.

Valores registrados en la periferia de la plazoleta			
Mediciones	H <sub>2</sub> S (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Nivel de ruido (dBA)
Valor Mínimo	0.000	92	76.50
Valor Máximo	0.075	331	82.40
Valor Promedio	0.025	228	80.07

Área Poblada		Pulpería P.N.R.V	
Medición	H <sub>2</sub> S (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Nivel de ruido (dBA)
Valor Mínimo	0.000	278	49.60
Valor Máximo	0.001	290	52.30
Valor Promedio	0.000	282	50.72

Área Poblada		Hotel R.V.L	
Medición	H <sub>2</sub> S (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Nivel de ruido (dBA)
Valor Mínimo	0.000	127	48.20
Valor Máximo	0.001	281	52.10
Valor Promedio	0.000	150	50.31

**Cuadro 3.** Registros ambientales en pruebas de producción del pozo geotérmico PGP-61 en PLP-11.

Valores registrados en la periferia de la plazoleta			
Mediciones	H <sub>2</sub> S (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Nivel de ruido (dBA)
Valor Mínimo	0.001	255	61.60
Valor Máximo	0.048	349	77.70
Valor Promedio	0.003	304	71.00

Área Poblada		Pulpería P.N.R.V	
Medición	H <sub>2</sub> S (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Nivel de ruido (dBA)
Valor Mínimo	0.000	344	58.30
Valor Máximo	0.003	355	62.20
Valor Promedio	0.001	347	59.94

Área Poblada		Hotel R.V.L	
Medición	H <sub>2</sub> S (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Nivel de ruido (dBA)
Valor Mínimo	0.001	343	44.90
Valor Máximo	0.003	349	47.80
Valor Promedio	0.002	345	46.07



**Figura 11.** Pruebas de producción de pozos geotérmicos PGP-53 y PGP-83 en PLP-13



**Figura 12.** Pruebas de producción de pozos geotérmicos PGP-53 y PGP-83 en PLP-13.



**Figura 13.** Pruebas de producción de pozos geotérmico PGP-61.

De la información anterior se concluye que las actividades realizadas por las pruebas de pozos productores no sobrepasan los límites de exposición permitidas para gases como H<sub>2</sub>S (20 ppm) y CO<sub>2</sub> (5000 ppm) en jornadas de trabajo de 8 horas. Para validar dicho análisis, no es posible recurrir a legislación nacional, ya que actualmente no existe fijación de límites de exposición para este tipo de gases, por tanto, se toma como referencia los valores definidos por la Agencia del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos, a través de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (Occupational Safety and Health Administration, OSHA) (Cuadro 4), lo anterior, considerando que Estados Unidos, en el mayor generador de geotermia a nivel mundial. La misión de OSHA es asegurar condiciones de trabajo seguras y saludables para los hombres y mujeres de trabajo mediante el establecimiento y aplicación de normas, mediante la capacitación, divulgación, educación y asistencia.

**Cuadro 4.** Valores de referencia de la OSHA.

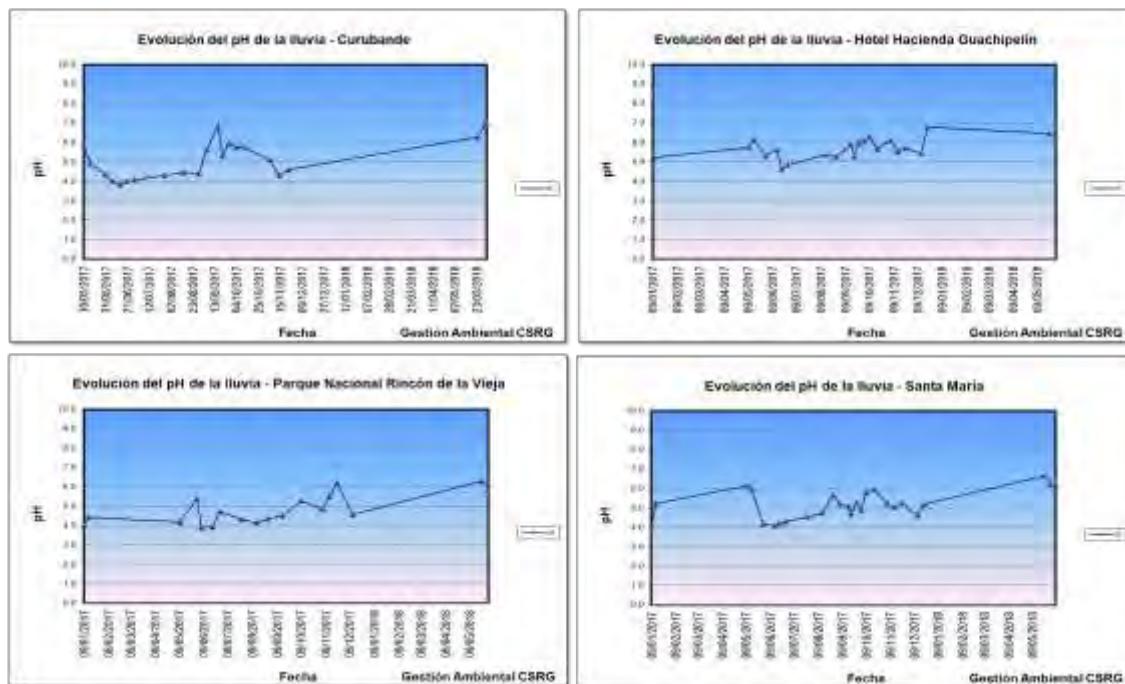
Valores de referencia sobre concentraciones de gases				
Gas	Organización	Referencia	Tiempo de exposición para 8 horas	Tiempo de exposición para 10 minutos
H <sub>2</sub> S	OSHA	E-CFR - 1910.1000 TABLAZ-2	20 ppm	50 ppm
CO <sub>2</sub>	OSHA	E-CFR - 1910.1000 TABLAZ-1	5000 ppm	-----

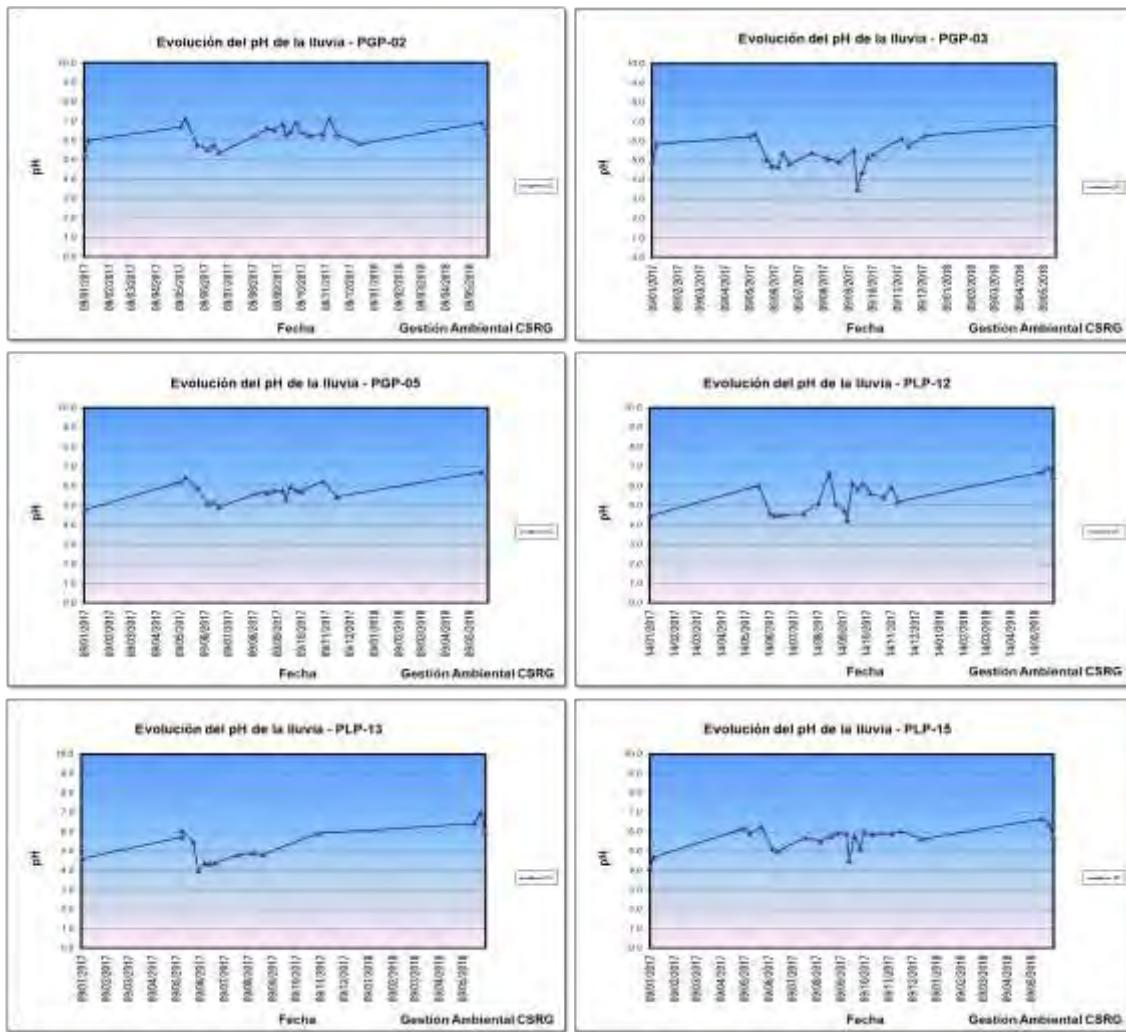
**Medida U2P N°6. Calidad del aire, efectos sobre el pH de las lluvias.**

Se tiene implementado un programa de monitoreo periódico de la evolución del pH de las lluvias el cual abarca zonas pobladas y áreas de proyecto (Figura 14 y Figura 15).



**Figura 14.** Muestreo de aguas de lluvia en áreas pobladas.





**Figura 15.** Registros sobre el pH de las lluvias.

Se considera lluvia ácida los valores que se obtengan niveles de potencial de hidrógeno (pH) menor a 5,6. Los análisis realizados en el Campo Geotérmico Las Pailas, muestran algunos valores de lluvia ácida a través del tiempo, producto de la actividad del Volcán Rincón de la Vieja.

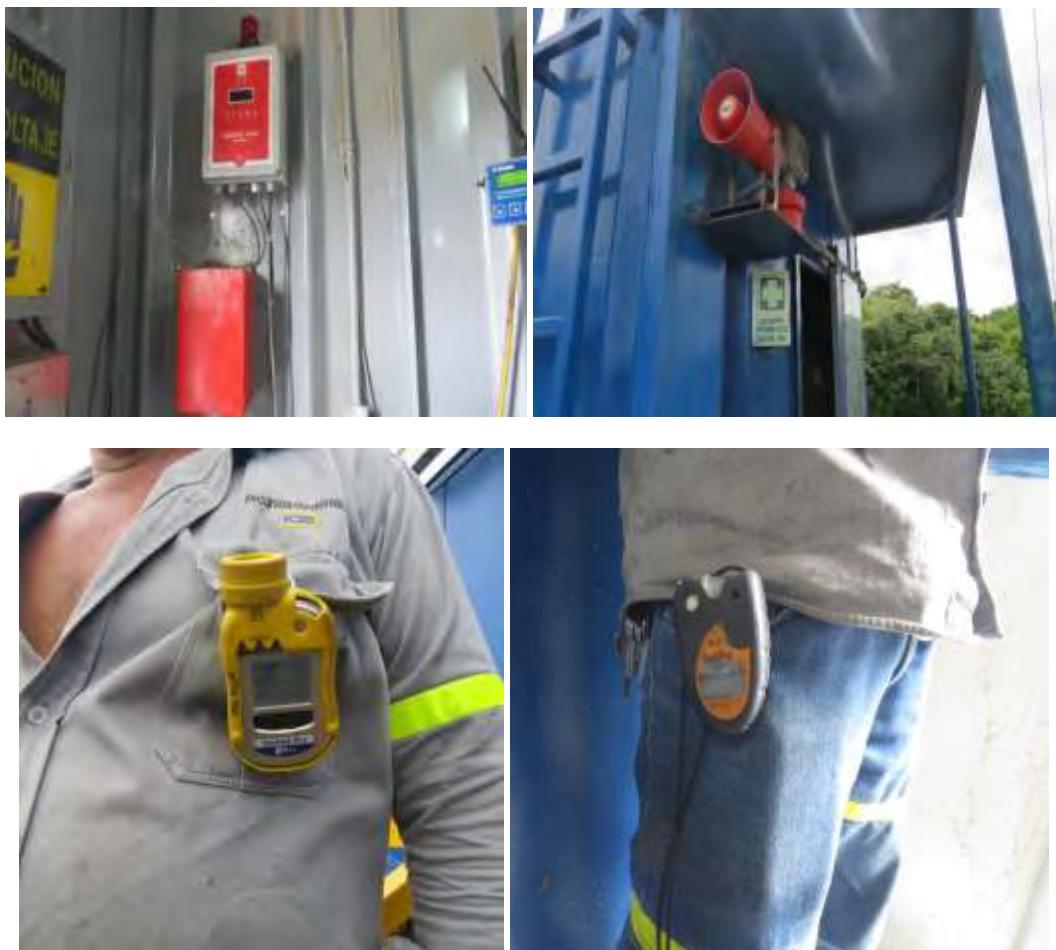
Las lluvias ácidas de origen volcánico se producen a través de la formación de contaminantes producto de la oxidación de óxidos nitratos (NOx) o dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), al entrar en contacto con precipitación, niebla o llovizna y la deposita en la superficie.

El pH de las lluvias es monitoreado en los Campos Geotérmicos previo al inicio de obras para generar la línea base de información en el AP y sus AID. En este caso se debe tomar en cuenta que estos valores se mantienen dentro de los rangos históricos de pH reportado en esta zona, los cuales oscilan entre 3,5 - 8,5.

**Medida U2P N°7. Efectos sobre la salud de las personas producto de la emisión de gases no condensables, principalmente el H2S.**

En los equipos de perforación se cuenta con un sistema para el monitoreo de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S. Estos sistemas 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 garantizar la integridad de los trabajadores. Sin embargo, para este período no hay reporte de equipos perforando en el PG Pailas, por tanto, no se reportan evidencias sobre la instalación de estos equipos.

Previo a la apertura de pozos, o pruebas de producción u operación de pozos geotérmicos, el ICE utiliza equipos portátiles con alarmas audibles para la medición de gases (H<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub>). Estos equipos son calibrados periódicamente y controlados en sistema metrológico que garantizan confiabilidad de los datos obtenidos. Los rangos de máximos de medición de los equipos son de 10 ppm para H<sub>2</sub>S y 5000 ppm para CO<sub>2</sub> (Figura 16).



**Figura 16.** Detector portátil de gas utilizados en pozos geotérmicos.

Ante una potencial fuga de H<sub>2</sub>S o CO<sub>2</sub> en cualquier sitio de obra del PG Pailas, se cuenta con personal capacitado para atender casos de emergencias y controlar la situación, mediante sistemas de respiración asistida (Figura 17).



**Figura 17.** Prácticas sobre el uso de equipos de respiración auto contenida.

**Medida U2P Nº8. Sólidos en suspensión en el aire.**

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 ([inforesourcesgeotermicos@ice.go.cr](mailto:inforesourcesgeotermicos@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 18).



**Figura 18.** Comunicados mediante correo electrónico al personal sobre límites de velocidad.

### **Medida U2P N°9. Ruido Natural, generado por circulación de vehículos u operación de maquinaria.**

En sitios poblados, se solicita a los conductores de vehículos circular a velocidades de 25 km/h como máximo. Todos los conductores están informados sobre estas restricciones según se informó en la medida U2P N°8.

Los vehículos, maquinaria y equipo están dentro de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo que les permite operar en buenas condiciones de funcionamiento sus sistemas de amortiguación. Este alcance se detalló en la medida U2P N° 2.

### **Medida U2P N°10. Ruido Natural, salud en las personas.**

El C.S. Recursos Geotérmicos a través del departamento de Salud Ocupacional implementa un programa de monitoreo de los niveles de ruido 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 (Cuadro 5).

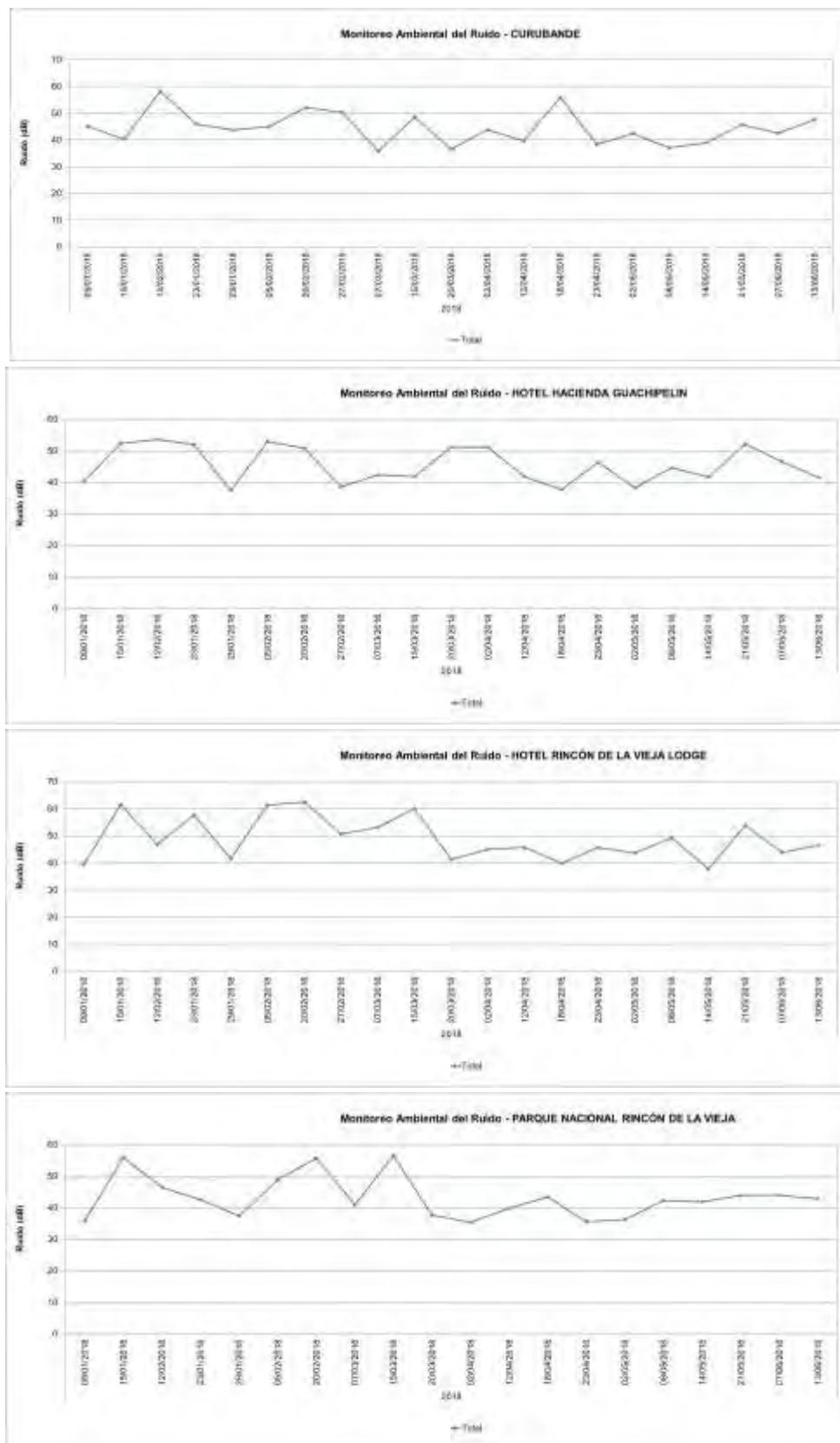
**Cuadro 5. Informe mensual de niveles de ruido.**

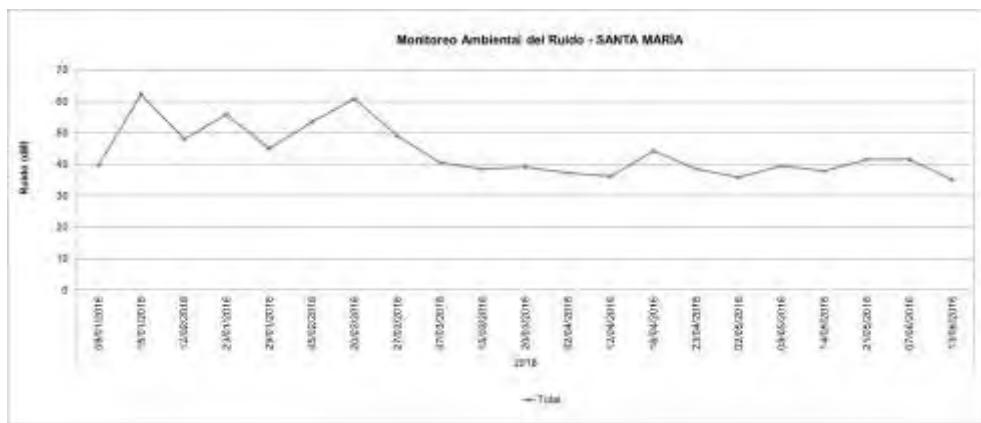
INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD CENTRO DE SERVICIO RECURSOS GEOTERMICOS						ICE																																																						
INFORME DE MEDICION DE NIVELES DE PRESION SONORA																																																												
Fuentes: PGR-83 (PLR-13), Campo Geotermal 2100.																																																												
Técnica: Medición directa																																																												
Tipo de medición: Continua																																																												
Nivel de presión sonora (NPS): Propiedades acústicas (Presión acústica en decibel equivalente en niveles de presión sonora A (LPA), como resultado de la radiación de ruido obtenida en el fuente)																																																												
Instrumentos utilizados: Sonómetro Brüel & Kjaer modelo MS6705, Airt 700500																																																												
Fecha de realización de las mediciones: 10/02/2017																																																												
Procedimiento: En lista de campo se registran 15 datos cada 15 segundos, según lectura obtenida de los pantallas de los equipos de medición																																																												
Referencia utilizada: Decreto 29902-5 de la República Costarricense y norma IEEE-A1472.5																																																												
Condiciones atmosféricas: Temperatura: 18.000000000000002, Humedad Relativa: 60.000000000000004, Velocidad del viento: 1.0000000000000002, Lluvia: 0, Ízq:																																																												
Propósito de la medición: Registrar los niveles de presión sonora en plazas de producción del PGR-83																																																												
Colaborante que realizó la medición: Deyanire Rodríguez Lárraga, medida 553410721																																																												
Condiciones del entorno: El punto a medir tiene 30-70% de altitud de la velocidad. No se reportó ruido en el entorno (descubiertos). El entorno del monitor, todas las condiciones óptimas, sin embargo, no logró realizar la medición																																																												
Análisis de la información: A continuación se detallan los valores máximos de los mediciones y su respectiva probabilidad																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tiempo</th> <th>PLR-83</th> </tr> <tr> <th colspan="2">2014/02/10</th> <th>2014/02/11</th> </tr> <tr> <th>Medición</th> <th>Nivel de ruido (dB)</th> <th>Nivel de Presión Sonora</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>86.00</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>83.00</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>84.00</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>84.00</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>82.00</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>86.00</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>85.00</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>82.00</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>84.00</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>82.00</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>83.70</td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>87.00</td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td>87.00</td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td>84.00</td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td>86.00</td><td></td></tr> </tbody> </table>			Tiempo		PLR-83	2014/02/10		2014/02/11	Medición	Nivel de ruido (dB)	Nivel de Presión Sonora	1	86.00		2	83.00		3	84.00		4	84.00		5	82.00		6	86.00		7	85.00		8	82.00		9	84.00		10	82.00		11	83.70		12	87.00		13	87.00		14	84.00		15	86.00		Estadística de medición: 1.5 V			
Tiempo		PLR-83																																																										
2014/02/10		2014/02/11																																																										
Medición	Nivel de ruido (dB)	Nivel de Presión Sonora																																																										
1	86.00																																																											
2	83.00																																																											
3	84.00																																																											
4	84.00																																																											
5	82.00																																																											
6	86.00																																																											
7	85.00																																																											
8	82.00																																																											
9	84.00																																																											
10	82.00																																																											
11	83.70																																																											
12	87.00																																																											
13	87.00																																																											
14	84.00																																																											
15	86.00																																																											
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Medición</th> <th>Tiempo máximo de exposición (min)</th> <th>Tiempo máximo de exposición (h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Protección auditiva con tapones</td><td>78</td><td>1145.20</td></tr> <tr><td>Protección auditiva con crema</td><td>77</td><td>1524.48</td></tr> <tr><td>Protección auditiva (tapones y crema)</td><td>74</td><td>2110.68</td></tr> </tbody> </table>	Medición	Tiempo máximo de exposición (min)	Tiempo máximo de exposición (h)	Protección auditiva con tapones	78	1145.20	Protección auditiva con crema	77	1524.48	Protección auditiva (tapones y crema)	74	2110.68																																													
Medición	Tiempo máximo de exposición (min)	Tiempo máximo de exposición (h)																																																										
Protección auditiva con tapones	78	1145.20																																																										
Protección auditiva con crema	77	1524.48																																																										
Protección auditiva (tapones y crema)	74	2110.68																																																										

Como parte del proceso de compra de equipos, se realizan mediciones de ruido para validar entre el área técnica, SySO y proveedor, el cumplimiento especificaciones técnicas de los carteles de compra. En caso de incumplimiento de los niveles de presión sonora, 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. Sin embargo, para este periodo no hay reportes sobre este alcance.

**Medida U2P N°11. Generación de ruido.**

Se implementa un programa de monitoreo semanal sobre los niveles de ruido en zonas pobladas cercanas a los sitios de trabajo (plataformas de perforación) según se evidencia en la Figura 19.





**Figura 20.** Reportes de mantenimiento de equipos de perforación y vehículos.

Los sitios de almacenamiento de combustibles o lubricantes en los sitios de trabajo, cuentan con diques de contención que garantizan que cualquier derrame será manejado de manera adecuada según se mostró en la Figura 4.

Los desechos producto del mantenimiento tales como cambios de aceite, filtros y otros se manejan en recipientes cerrados y son dispuestos por medios adecuados, según se indicó en la medida U2P N°2.

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 21 y Figura 22 se detalla el volumen de residuos manejados mensualmente en el 2018.

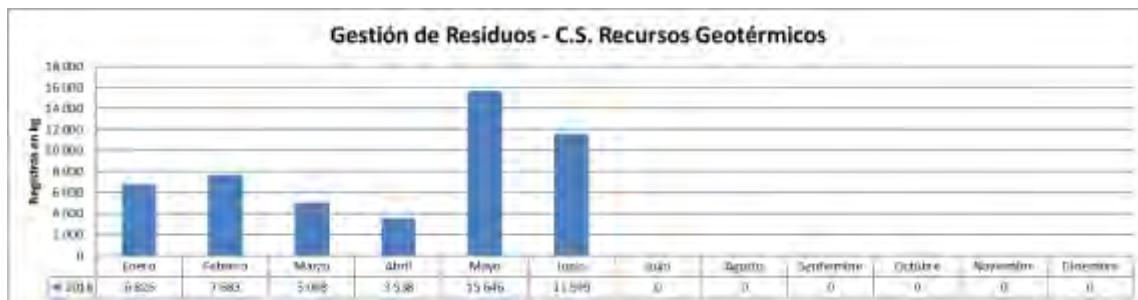


Figura 21. Inventario total de residuos generados mensualmente



Figura 22. Despacho de residuos para disposición final.

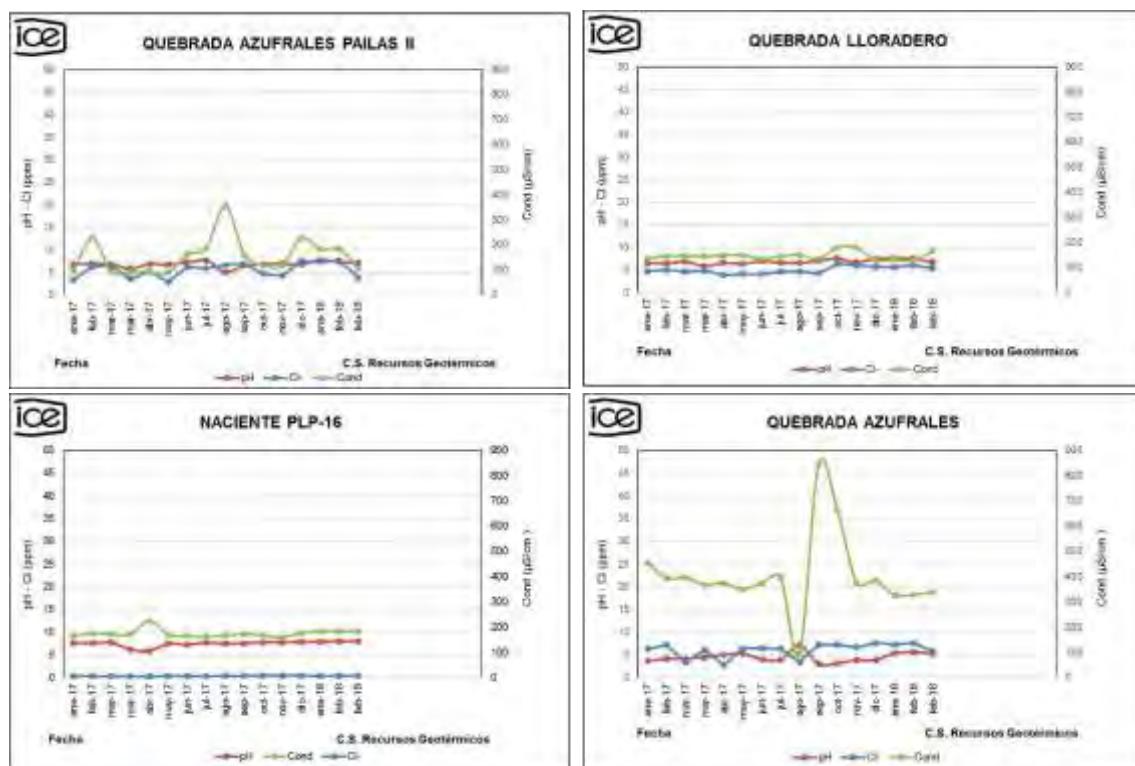
## Medida U2P N°13. Aguas superficiales, fluidos geotérmicos.

Los fluidos geotérmicos son enviados a lagunas que se encuentran diseñadas con sistemas de impermeabilización por medio de geomembrana según se muestra en la Figura 23.



Figura 23. Lagunas almacenamiento de fluidos geotérmicos y de perforación en PLP-03

El ICE cuenta con un programa para el monitoreo del pH, cloruros y conductividad de las aguas superficiales dentro del área de proyecto (Figura 24).



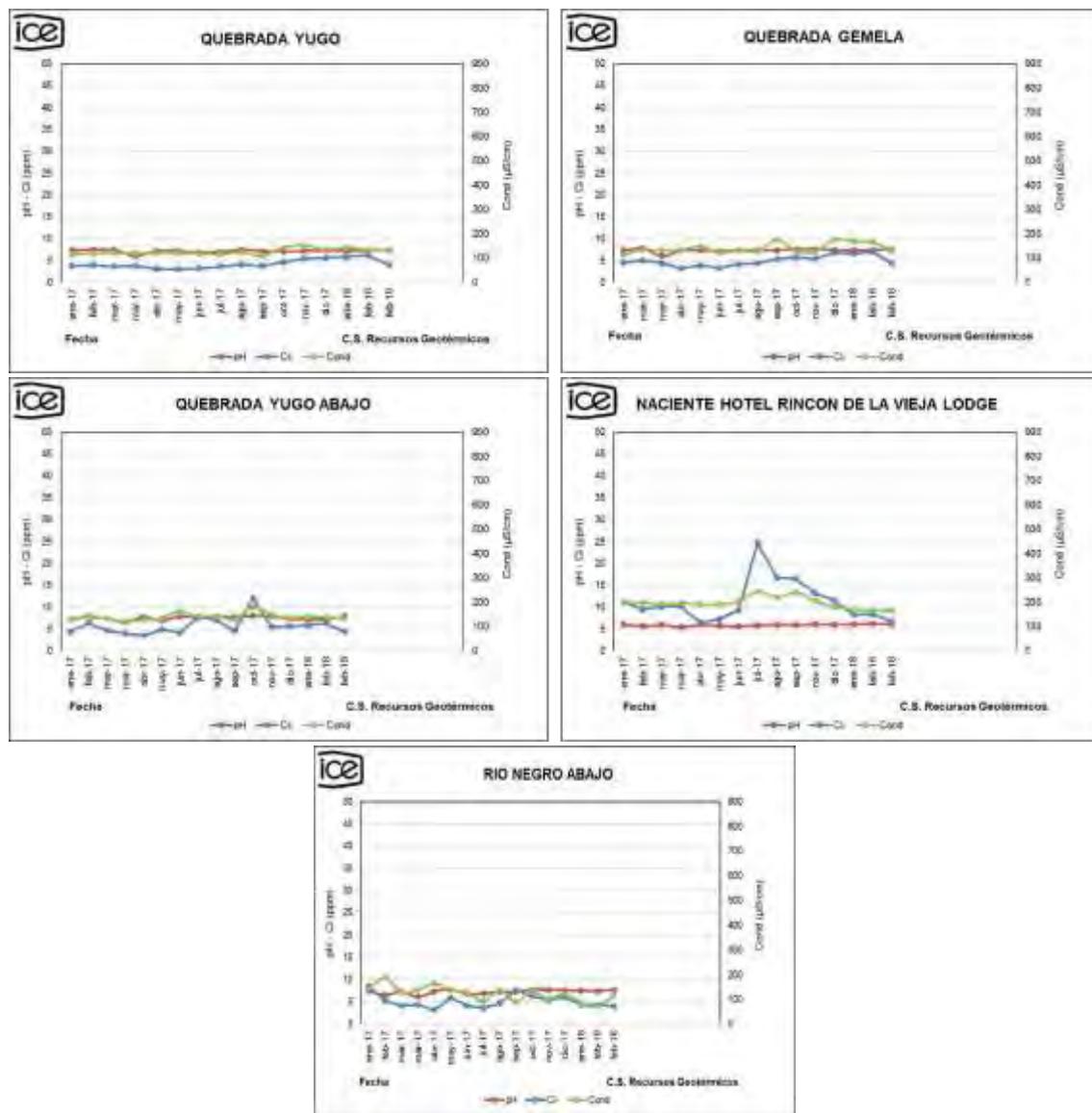


Figura 24. Registros relacionados a pH, Cl y conductividad en aguas del AP.

De acuerdo a la información suministrada anteriormente se evidencia que las aguas superficiales en el área de proyecto muestran valores fisicoquímicos muy estables en el tiempo, inclusive los valores obtenidos no superan los límites del Decreto N°32327-S, Reglamento para la Calidad del Agua Potable (Cuadro 6). Lo anterior, como referencia, ya que las aguas analizadas, no son utilizadas para consumo humano.

**Cuadro 6.** Parámetros de calidad de aguas para consumo humano

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

Complementariamente, el personal de Gestión Ambiental realiza inspecciones visuales semanalmente en las lagunas para verificar la presencia de fugas.

Se presentan datos hasta marzo ya que el cromatógrafo iónico está dañado y se esperan repuestos del extranjero. De momento el muestreo se realiza con normalidad y las muestras son guardadas a espera de la reparación del equipo para obtener los resultados.

#### **Medida U2P Nº 14. Efecto sobre la salud de las personas.**

Se realizan análisis semestrales de la calidad bacteriológica de las aguas de consumo humano usadas por el personal de las perforadoras.

En dichos sitios de trabajo se tiene rotulado los puntos que están habilitados con agua potable (consumo humano) y no potable (actividades de limpieza) según se evidencia en la

**Figura 25.**



**Figura 25.** Sitios rotulados para agua potable y no potable.

En la Figura 26 se presentan los análisis de agua realizados en este periodo.

**CHEMLABS**  
Servicio de Análisis Ambientales  
CEN-071-2215-2010

**INFORME DE RESULTADOS**  
MICROBIOLOGICOS

Version 1.0

**DATOS DE LA MUESTRA**

Clave:	03 - Centro de Servicio Residuos, Gestión de Residuos	Pres. muestra:	100%
Contratista:	Industria Petrolera, S.A.P.I.	Muestreada por:	Logística
Ubicación:	Centro Industrial - Centro de Servicio Residuos Gestión de Residuos - Ingenieria & Construcción	Fecha de muestra:	2010-07-13
Teléfono:	01 800 0000 0000	Fecha de Reporte:	2010-07-15
Tipo de muestra:	Agua	Entidad de Muestreo:	03 - Centro de Servicio Residuos, Gestión de Residuos
Uso de la muestra:	Analisis	Periodicidad:	03 meses

**DETALLE DE REFERENCIA:** 03-030, Componentes Petrol. Comercio

**Condiciones ambientales:**

**DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS DE ANALISIS MICROBIOLOGICOS**

03-030	PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	LO	IC	REPORT.	
03	Coliforme Total	Acuoso	MPN/100 ml	0	0	0	045-0220
03	Coliforme Fecal	Acuoso	MPN/100 ml	0	0	0	045-0220
03	Escherichia coli	Acuoso	MPN/100 ml	0	0	0	045-0220

**DETALLE:** Correspondiente a la determinación para un MSA en condiciones  
03. Contaminación por bacterias con probabilidad elevada  
03. Límites de Categorización en las autoridades de protección ambiental  
03. Frecuencia de muestreo: 03 meses. Periodo de validación: 03 meses. Sustitución: 03 meses.

**Observaciones:**

Se prohibe la manipulación de este documento en forma total o parcial sin la autorización del Licitador. Los datos contenidos sólo corresponden al uso industrial.

*Dr. Juan Fernando Martínez  
Licitador Petrolero, S.A.P.I.*

**Attestado a muestra por:**  
**CHEMLABS**  
Número Folio: 03-030-2215-2010  
Número de Caja: 045-0220

**Attestado Total a los Resultados Analíticos:**

**CHEMLABS**  
Servicio de Análisis Ambientales  
CEN-071-2215-2010

**INFORME DE RESULTADOS**  
MICROBIOLOGICOS

Version 1.0

**DATOS DE LA MUESTRA**

Clave:	03 - Centro de Servicio Residuos, Gestión de Residuos	Pres. muestra:	100%
Contratista:	Industria Petrolera, S.A.P.I.	Muestreada por:	Logística
Ubicación:	Centro Industrial - Centro de Servicio Residuos Gestión de Residuos - Ingenieria & Construcción	Fecha de muestra:	2010-07-13
Teléfono:	01 800 0000 0000	Entidad de Muestreo:	03 - Centro de Servicio Residuos, Gestión de Residuos
Tipo de muestra:	Agua	Periodicidad:	03 meses

**Condiciones ambientales:**

**DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS**

03-030	PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	LO	IC	REPORT.		
03	-	Segundo nivel de control						
03	-	Alcalinidad	mpg	0.082	0.2	0.003	0.013	045-0220
03	-	Cálcio	mpg	1.760	1.92	0.012	0.017	045-0220
03	-	Fósforo	mpg	9.070	9.79	0.007	0.009	045-0220
03	-	Cloro	mpg	0.021	0.02	0.001	0.013	045-0220
03	-	Dureza Total	mpg	2.65	4.00-500	0.2	0.4	045-0220
03	-	Fluoruro	mpg	0.26	0.7-1.5	0.002	0.006	045-0220
03	-	Hidrógeno	mpg	0.011	0.3	0.002	0.011	045-0220
03	-	Magnesio	mpg	2.011	26-39	0.002	0.011	045-0220
03	-	Metálico	mpg	0.011	0.1-0.5	0.002	0.011	045-0220
03	-	Phosfato	mpg	44.308	14	0.003	0.011	045-0220
03	-	Sodio	mpg	26.15	15-384	0.002	0.011	045-0220
03	-	Aluminio	mpg	0.007	0.5-200	0.001	0.013	045-0220
03	-	Acetato	mpg	0.011	0.0	0.002	0.011	045-0220
03	-	Amónium	mpg	0.0019	0.0	0.0019	0.0019	045-0220
03	-	Antimonio	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Arsenico	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Bario	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Calcio	mpg	0.0001	0.000	0.00000	0.00001	045-0220
03	-	Cáncer	mpg	0.0005	0.000	0.0001	0.0001	045-0220
03	-	Mercurio	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Metol	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Mercurio	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Plomo	mpg	0.0001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Salto	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Yodo	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Zinc	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Tetra-Cloruro de carbono	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Antimonio	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Arsenico	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Bario	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Calcio	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Cáncer	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Mercurio	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Metol	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Mercurio	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Plomo	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220
03	-	Salto	mpg	0.00001	0.0000	0.00001	0.00001	045-0220

**DETALLE:** Correspondiente a la determinación para un MSA en condiciones  
03. Contaminación por bacterias con probabilidad elevada  
03. Límites de Categorización en las autoridades de protección ambiental  
03. Frecuencia de muestreo: 03 meses. Periodo de validación: 03 meses. Sustitución: 03 meses.

**Observaciones:**

Se prohibe la manipulación de este documento en forma total o parcial sin la autorización del Licitador. Los datos contenidos sólo corresponden al uso industrial.

*Dr. Juan Fernando Martínez  
Licitador Petrolero, S.A.P.I.*

**Attestado a muestra por:**  
**CHEMLABS**  
Número Folio: 03-030-2215-2010  
Número de Caja: 045-0220

**Attestado Total a los Resultados Analíticos:**

**CHEMLABS**  
Servicio de Análisis Ambientales  
CEN-071-2215-2010

**INFORME DE RESULTADOS**  
CEN-071-2215-2010

Version 1.0

**DATOS DE LA MUESTRA**

Clave:	03 - Centro de Servicio Residuos, Gestión de Residuos	Pres. muestra:	100%
Contratista:	Industria Petrolera, S.A.P.I.	Muestreada por:	Logística
Ubicación:	Centro Industrial - Centro de Servicio Residuos Gestión de Residuos - Ingenieria & Construcción	Fecha de muestra:	2010-07-13
Teléfono:	01 800 0000 0000	Entidad de Muestreo:	03 - Centro de Servicio Residuos, Gestión de Residuos
Tipo de muestra:	Agua	Periodicidad:	03 meses

**DETALLE:** Correspondiente a la determinación para un MSA en condiciones  
03. Contaminación por bacterias con probabilidad elevada  
03. Límites de Categorización en las autoridades de protección ambiental  
03. Frecuencia de muestreo: 03 meses. Periodo de validación: 03 meses. Sustitución: 03 meses.

**Observaciones:**

Se prohibe la manipulación de este documento en forma total o parcial sin la autorización del Licitador. Los datos contenidos sólo corresponden al uso industrial.

*Dr. Juan Fernando Martínez  
Licitador Petrolero, S.A.P.I.*

**Attestado a muestra por:**  
**CHEMLABS**  
Número Folio: 03-030-2215-2010  
Número de Caja: 045-0220

**Attestado Total a los Resultados Analíticos:**

**CHEMLABS**  
Servicio de Análisis Ambientales  
CEN-071-2215-2010

**INFORME DE RESULTADOS**  
MICROBIOLOGICOS

Version 1.0

**DATOS DE LA MUESTRA**

Clave:	03 - Centro de Servicio Residuos, Gestión de Residuos	Pres. muestra:	100%
Contratista:	Industria Petrolera, S.A.P.I.	Muestreada por:	Logística
Ubicación:	Centro Industrial - Centro de Servicio Residuos Gestión de Residuos - Ingenieria & Construcción	Fecha de muestra:	2010-07-13
Teléfono:	01 800 0000 0000	Entidad de Muestreo:	03 - Centro de Servicio Residuos, Gestión de Residuos
Tipo de muestra:	Agua	Periodicidad:	03 meses

**DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS DE ANALISIS MICROBIOLOGICOS**

03-030	PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	LO	IC	REPORT.	
03	Coliforme Total	Acuoso	MPN/100 ml	0	0	0	045-0220
03	Coliforme Fecal	Acuoso	MPN/100 ml	0	0	0	045-0220
03	Escherichia coli	Acuoso	MPN/100 ml	0	0	0	045-0220

**DETALLE:** Correspondiente a la determinación para un MSA en condiciones  
03. Contaminación por bacterias con probabilidad elevada  
03. Límites de Categorización en las autoridades de protección ambiental  
03. Frecuencia de muestreo: 03 meses. Periodo de validación: 03 meses. Sustitución: 03 meses.

**Observaciones:**

Se prohibe la manipulación de este documento en forma total o parcial sin la autorización del Licitador. Los datos contenidos sólo corresponden al uso industrial.

*Dr. Juan Fernando Martínez  
Licitador Petrolero, S.A.P.I.*

**Attestado a muestra por:**  
**CHEMLABS**  
Número Folio: 03-030-2215-2010  
Número de Caja: 045-0220

**Attestado Total a los Resultados Analíticos:**

 <b>Chimelabs</b> Instituto de Análisis Ambiental S.A. Tel. (010) 520-1200		<b>INFORME DE RESULTADOS</b> <b>MICROBIOLOGICOS</b> C-006-FIT-0123 Versión: 1.7				Lunes-Aviernes: 08:00-17:00 Sábados: 08:00-12:00	
<b>DATOS DE LA PRUEBA</b>							
Cliente:	INIF - Comisión de Salarios, Pensiones y Pensiones			Plazo estimado:			
ConExPunto:	Instituto Permanente Jujuy			Preparado por:	E. Núñez		
Entidad:	Comisión de Salarios, Pensiones y Pensiones			Fecha de Recibido:	20/01/2004		
Resumen Categorías:	Suelos, Agua y Sedimentos			Fecha de Reporte:	20/01/2004		
Teléfono:	0362-422000			Fecha de Envío:	20/01/2004		
E-mail:	chimelabs@chimelabs.com.ar			Periodicidad:	Única		
Otros:				Formato:	Reporte		
<b>DETALLES RELATIVOS AL RESULTADO DE LOS ANALISIS DE ANALISIS MICROBIOLOGICOS</b>							
ID:	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	IC	IC	IC	REF.
10	1.0 - Coliformes Totales	Asimil.	UFCD/100 ml.	0	0	0	SM 92234
11	1.1 - Coliformes Fecales	Asimil.	UFCD/100 ml.	0	0	0	SM 92230
12	1.2 - Escherichia coli	Asimil.	UFCD/100 ml.	0	0	0	SM 92230
OBSERVACIONES: No se detectaron coliformes y E. Coli en la muestra.							
10- Unión de Estados en las condiciones del permiso establecido.							
11- Unión de Estados en las condiciones del permiso establecido.							
12- Límite de clasificación para el control de procesos productivos.							
2- Estimación de MDP (SM 9223-000) para el área Comisión de Salarios y Pensiones.							
3- Estimación de MDP (SM 9223-000) para el área Comisión de Salarios y Pensiones.							
(Observaciones):  Se observa la aglutinación de las bacterias en la muestra, lo que impide su identificación con otras bacterias, por lo tanto, es imposible.							
 Licenciado Microbiólogo							
Solicitud de Información: <a href="http://www.chimelabs.com.ar">www.chimelabs.com.ar</a> <b>Chimelabs</b> Tel. (010) 520-1200				Consultas: Lic. Lic. Lic. Lic. Lic. Lic. Lic. Lic. Lic. Lic. Lic. Lic. Lic. Lic. Lic. Lic.			

INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGICOS							
Planta: <b>CHEMLABS</b> Sistemas de Agua Potable Código: 001-001-0001-2018	FECHA: 07/07/2018 Version: 1.0						
DETALLES DE LA MUESTRA							
Planta: <b>CHEMLABS</b> Sistema de Agua Potable Código: 001-001-0001-2018	Pres. Microorganismos: <b>Plano/Plano</b> para <b>Clorina</b>						
Procedencia: <b>Agua de riego</b> - <b>Agua de riego</b> - <b>Agua de riego</b>	TIPO DE MUESTRA: <b>Agua</b>						
Unidad: <b>ml/l</b>	FECHA DE RECIBIDA: <b>07/07/2018</b>						
Periodo: <b>07/07/2018</b>	FECHA DE RESULTADO: <b>07/07/2018</b>						
DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS DE ANALISIS MICROBIOLOGICOS							
ITEM	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	UIC	RECIBID.	RES.	
001	Coliformes totales	Acumul.	UFQ/100 ml	E	0	0	004-022706
002	Coliformes fecales	Acumul.	UFQ/100 ml	E	0	0	004-022707
003	Escherichia coli	Acumul.	UFQ/100 ml	E	0	0	004-022708
Observaciones:							
Se prohíbe la reproducción de este documento en forma total o parcial sin la autorización del autor/autorizado. Los datos registrados solo corresponden al día mencionado.							
Attestado por: <b>CHEMLABS</b> Agua Potable		Sellos de Total y sus Prácticas Ambientales		Comprobado: Fecha: 07/07/2018 Cto: 004-022706 UIC:			

**Figura 26.** Análisis de laboratorio en aguas de consumo humano.

#### Medida U2P Nº 15. Flora, eliminación de vegetación.

Durante el segundo trimestre del 2018 se realizaron labores de mantenimiento de los sitios sometidos a procesos de reforestación, las cuales consisten en la limpieza de maleza que se desarrolla alrededor del árbol plantado y aplicación de abonos para facilitar el crecimiento y desarrollo de las plantas (Figura 27).



**Figura 27.** Abono de árboles plantados en áreas sometidas a reforestación.

Para la fertilización de la revegetación zonas impactadas se utilizaron aproximadamente 841 kg de abono orgánico producido en el centro de acopio del proyecto, dicho abono se mezcló con abono granulado 10-30-10 para complementar los nutrientes y propiciar a los árboles los requerimientos necesarios para su desarrollo (Figura 28).



**Figura 28.** Aplicación de abono en la Escombrera 1.

## Medida U2P N° 16. Efectos sobre la Fauna.

Se mantiene las actividades de revisión y reposición de dispositivos para escape de fauna en fosas de las plazoletas de perforación para garantizar la existencia y funcionalidad de estos dispositivos, también se mantiene la vigilancia semanal en fosas de plazoletas con actividad de perforación (Figura 29).





**Figura 29.** Dispositivos para escape de fauna en plazoletas de perforación.

Durante el período actual no se reporta el rescate de fauna en plazoletas de perforación (fauna atrapada o lesionada).

## **Medida U2P N° 17. Calidad de aguas de escorrentía superficial.**

### **Alteración de la calidad de agua por escorrentía.**

#### **a) Sedimentadores, disipadores de energía.**

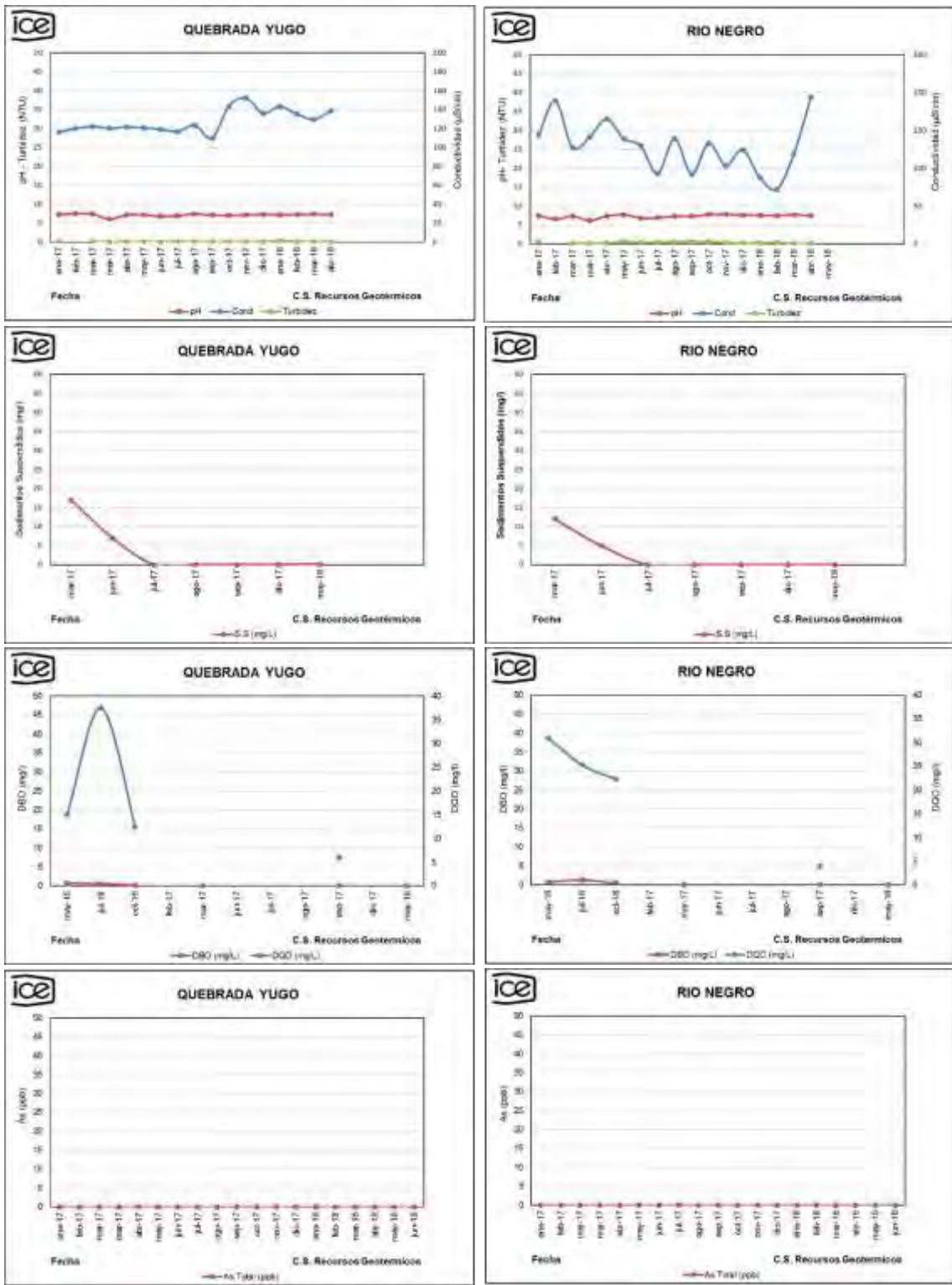
Mensualmente se llevan a cabo inspecciones para determinar la existencia de larvas en aguas estancadas en sedimentadores y reducir de esta manera los focos de transmisión de enfermedades. Hasta el momento, en ninguna de las inspecciones se ha observado la presencia de larvas.

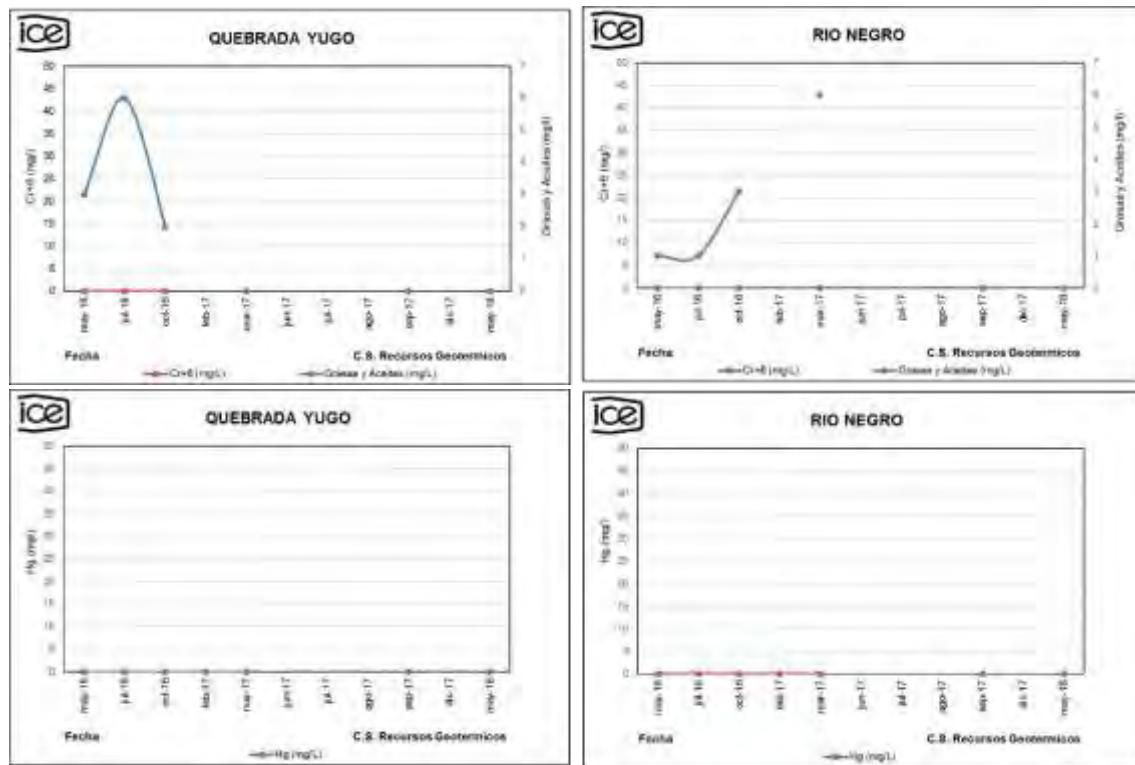
En la medida ambiental N° 26 se detalla el plan de mantenimiento de sedimentadores que se está implementando para el seguimiento de la efectividad de dichas estructuras (Figura 30).



**Figura 30.** Sedimentador en el Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II.

El CSRG también realiza un monitoreo de calidad de aguas en Quebrada Yugo y Río Negro que permite el seguimiento durante la fase constructiva del pH, conductividad eléctrica (mensual), arrastre de sedimentos suspendidos en las aguas (trimestral), Turbiedad, DBO, DQO, Cromo, Mercurio, Arsénico, Grasas y aceites (semestral). En la Figura 31 se muestran las gráficas con los resultados reportados por el laboratorio.





**Figura 31.** Registros de análisis químicos de las aguas

De acuerdo a la información suministrada anteriormente se evidencia que las aguas superficiales en el área de proyecto muestran valores fisicoquímicos muy estables en el tiempo, inclusive los valores obtenidos no superan los límites del Decreto N°32327-S, Reglamento para la Calidad del Agua Potable o Reglamento de vertido y Reuso de Aguas Residuales N°33601. Lo anterior, como referencia, ya que las aguas analizadas, no son utilizadas para consumo humano ni reciben vertidos.

#### **Medida U2P N° 18. Residuos, calidad de vida.**

En el segundo trimestre del 2018 se realizó una charla sobre el tema de la Gestión Integral de Residuos al departamento de Maquinaria, donde se les dio a conocer los tipos de residuos que existen, los estados en los que se pueden encontrar, como se deben clasificar y separar para poderles brindar un adecuado tratamiento según lo que establece la legislación nacional vigente (Figura 32).



**Figura 32.** Charla de Gestión de Residuos al personal de Maquinaria.

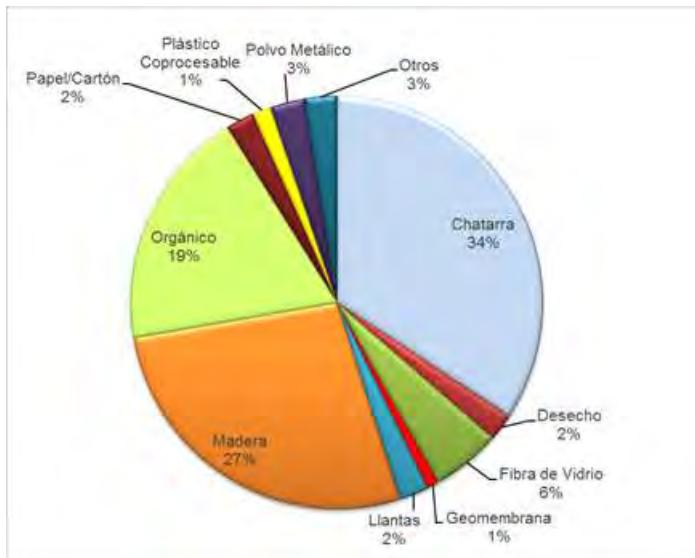
Durante este periodo se generó una cantidad de 85 585.5 kilogramos de residuos sólidos de las categorías de ordinarios y especiales producto de todas las actividades realizadas en el Proyecto.

En el Cuadro 7 se pueden apreciar las cantidades de las diferentes subcategorías que ingresaron al Centro de Recuperación de Residuos Valorizables, donde se debe considerar la categoría de otros como la suma de las pequeñas cantidades ingresadas, tales como: hules, tetrabrik, textiles, vidrio, cables, aserrín, estereofón, filtros de aire, entre otras.

**Cuadro 7.** Cantidad de residuos generados, II trimestre 2018.

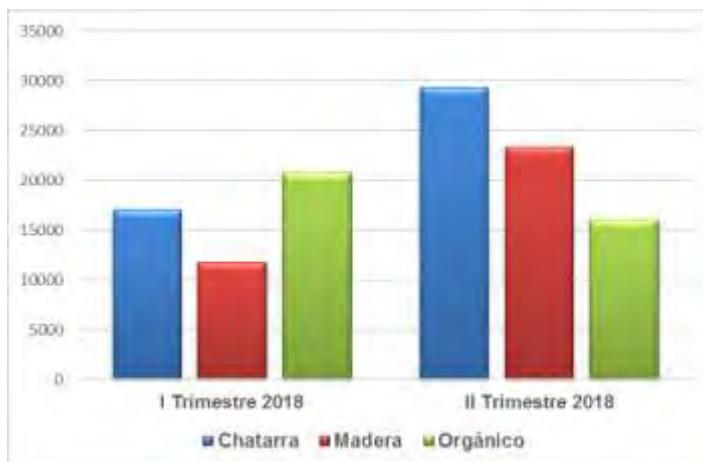
Categoría	Cantidad (kg)
Chatarra	29312
Desecho	1836.5
Fibra de Vidrio	4672.5
Geomembrana	770
Llantas	1962.5
Madera	23299
Orgánico	16102
Papel/Cartón	1931
Plástico Coprocesable	1228
Polvo Metálico	2331
Otros	2141
<b>Total:</b>	<b>85585.5</b>

En la Figura 33 se puede apreciar de manera porcentual la generación de residuos del proyecto, donde se puede apreciar tres categorías sobresalientes durante la mayor parte del Proyecto, esto por las actividades que se realizan y por la cantidad de personal a la que se le brinda alimentación provocando una alta generación de residuos orgánicos.



**Figura 33.** Porcentajes de residuos ingresados al Centro de Acopio, II Trimestre 2018.

Durante este periodo se puede apreciar como la generación de los residuos varió con respecto al periodo anterior en cada uno de los tipos de residuos. El incremento de la generación de madera y chatarra se debe a las labores de limpieza que se han realizado en los diferentes frentes de trabajo. Además, la reducción de los residuos orgánicos se debe a la disminución de personal que ha tenido el proyecto (Figura 34).



**Figura 34.** Variaciones en las cantidades de residuos mayormente reportados.

Durante este periodo se realizó el retiro de 170 558 kilogramos de residuos ordinarios y especiales del Centro de Acopio con la coordinación del Sistema de Gestión Integral de Residuos (SiGIR) los cuales se encargan de buscarle una disposición final adecuada mediante gestores autorizados por el Ministerio de Salud (Figura 35). Los tipos de residuos, cantidades y los gestores que los recibieron se pueden apreciar en el Cuadro 8.

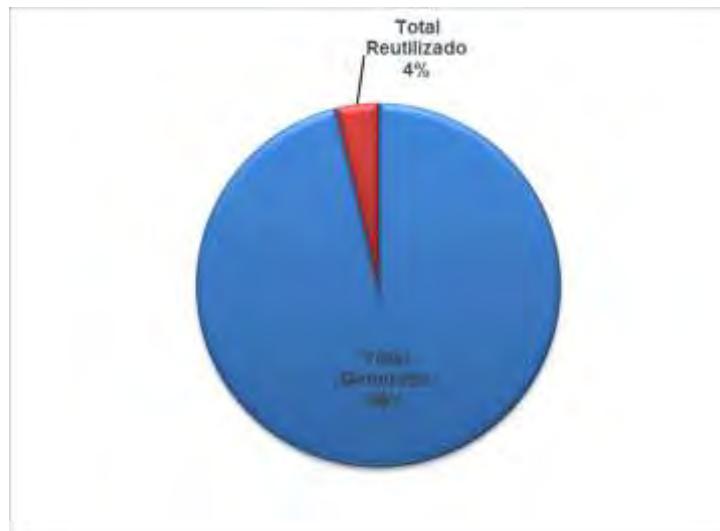


**Figura 35.** Proceso de entrega de residuos a gestores autorizados por el Ministerio de Salud.

**Cuadro 8.** Residuos del Proyecto despachados por medio de gestores autorizados, II Trimestre 2018.

Residuo Despacho	Kilogramos (Kg)	Gestor autorizado	Mecanismos de trazabilidad
Cartón Coprocesable	400	Relleno Tecnoambiente	Guías de despacho, fotografías.
Colillas De Soldadura	300	Relleno Tecnoambiente	Guías de despacho, fotografías.
Desecho	6000	Relleno Tecnoambiente	Guías de despacho, fotografías.
Discos de Corte	1200	Relleno Tecnoambiente	Guías de despacho, fotografías.
EPP	1500	Relleno Tecnoambiente	Guías de despacho, fotografías.
Escalera de fibra de vidrio	100	Relleno Tecnoambiente	Guías de despacho, fotografías.
Estereofón	200	Relleno Tecnoambiente	Guías de despacho, fotografías.
Fibra de Vidrio	7200	Relleno Tecnoambiente	Guías de despacho, fotografías.
Geomembrana	1800	Relleno Tecnoambiente	Guías de despacho, fotografías.
Hule con Metal	500	Relleno Tecnoambiente	Guías de despacho, fotografías.
Madera	129000	Relleno Tecnoambiente	Guías de despacho, fotografías.
Mobiliario Metálico	2650	GEEP	Guías de despacho, fotografías.
Papel/Cartón	4480	HC Recycle	Guías de despacho, fotografías.
Plástico Coprocesable	8000	Relleno Tecnoambiente	Guías de despacho, fotografías.
Plástico Recicitable	438	HC Recycle	Guías de despacho, fotografías.
Polvo de Esmeriladora	6000	Relleno Tecnoambiente	Guías de despacho, fotografías.
PVC	400	Relleno Tecnoambiente	Guías de despacho, fotografías.
Tetrabrik	110	HC Recycle	Guías de despacho, fotografías.
Vidrio Reciclable	180	HC Recycle	Guías de despacho, fotografías.
Sarán	100	Relleno Tecnoambiente	Guías de despacho, fotografías.
<b>Total :</b>	<b>170558</b>		

En el proyecto se promociona la reutilización de los residuos siguiendo lo que indica la jerarquía de la gestión de residuos mencionada en la Ley Nº 8839, para este periodo reutilizó 3310.5 Kg, logrando una reutilización del 4% del total de residuos que fueron generados en el periodo, lo que fue a su vez una disminución con respecto al periodo anterior (Figura 36) en la distintas actividades del proyecto, el detalle de los materiales reutilizados se muestra en Cuadro 9.



**Figura 36.** Porcentaje de reutilización de residuos en el proyecto.

**Cuadro 9.** Residuos despachados por el Centro de Acopio para ser reutilizados por frentes de trabajo del Proyecto, II trimestre 2018.

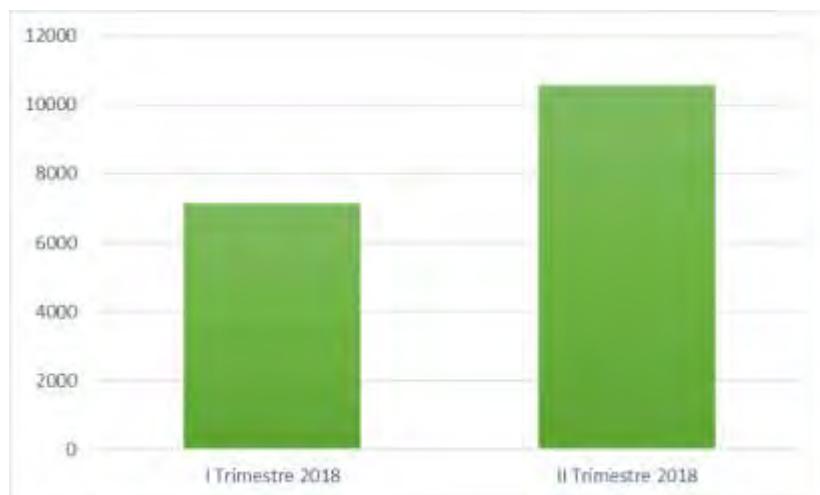
Tipo de Material Reutilizado	Cantidad (kg)
Baldes plásticos	30.5
Bolsas Plásticas	10
Espuma	4
Estaño Metálico	2
Estereofón	30
Felpas Hidrofóbicas	3
Galones plásticos	15
Geomembrana	200
Hierro	1775
Hule	12
Llanta	20
Madera	1195
Pincha Plástica	2
Plástico Coprocesable	7
PVC	5
<b>Total general</b>	<b>3310.5</b>

Durante el periodo se continúa con la producción de compost a partir de los residuos orgánicos generados en el proyecto donde se logró aprovechar 10 547 kilogramos de residuos de comida, 1524 kilogramos de aserrín y 192 kilogramos de hojas secas (Figura 37). Actualmente se han elaborado 121 pilas de compost.



**Figura 37.** Trituración de residuos orgánicos para la Elaboración de Compost.

El aprovechamiento de los residuos orgánicos provenientes de los comedores ha incrementado con respecto al periodo anterior, esto se debe a la mejor separación que se ha venido realizando y la práctica y conocimiento que ha adquirido el personal en la producción de compost (Figura 38).



**Figura 38.** Incremento en el aprovechamiento de residuos orgánicos.

El abono elaborado en la Planta de Compostaje es utilizado en diferentes actividades del proyecto, tales como mantenimiento de zonas verdes, reforestación, revegetación de taludes y en las campañas de sensibilización llevadas a cabo cada mes, desde que se inició la producción de abono se ha logrado la elaboración de 4229.9 kilogramos de los cuales se han aprovechado 3299 kilogramos en el Proyecto (Figura 39).



**Figura 39.** Conformación de pilas de compost.

En el tema de manejo de aguas residuales para este periodo corresponde la presentación del reporte operacional de la Planta de Tratamiento 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 muestreo 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 en relación a este tema (Figura 40).



**Figura 40.** Muestreo de aguas residuales en Planta de Tratamiento de Curubandé en conjunto con miembros de la Comunidad.

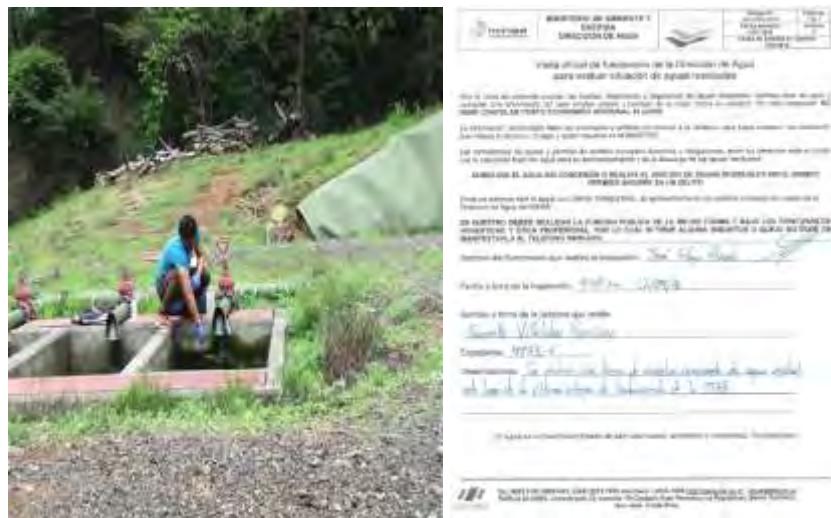
Con respecto a lo anterior también se realizó una charla en la Comunidad de Curubandé con una asistencia de seis personas en donde se les mostró la problemática a nivel mundial sobre el cuidado del recurso hídrico y del esfuerzo que realiza el Proyecto para poder conservar adecuadamente, se les explicó el proceso que reciben las aguas residuales del

campamento y se les indicó los parámetros que se deben cumplir de acuerdo a la legislación nacional, los cuales se han cumplido hasta la fecha (Figura 41).



**Figura 41.** Charla sobre Tratamiento de Aguas Residuales en la comunidad de Curubandé.

Este periodo se recibió un control estatal por parte de la Dirección de Aguas en el cual realizaron muestras en la salida del sistema de tratamiento de aguas residuales del campamento de Curubandé para velar que se cumplan los parámetros establecidos en el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales N°33601 (Figura 42).



**Figura 42.** Control Estatal por parte del Ministerio de Ambiente y Energía en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Curubandé.

El CSRG cuenta con un plan de manejo de residuos de acuerdo con la legislación vigente que incluye residuos sólidos, líquidos, peligrosos, otros, asimismo el Centro de Acopio cuenta con Permiso Sanitario de Funcionamiento N°1448-2015 otorgado por el área de salud Bagaces (Figura 43). En la Figura 21 se muestran todos los residuos generados a la fecha.



**Figura 43.** Permit of Operation for the Sanitary Center of Collection of Hazardous Wastes.

Los residuos son trasladados por gestores autorizados por el Ministerio de Salud según manifiesto de transporte de residuos peligrosos (Figura 44).



**Figura 44.** Gestors of wastes authorized by the Ministry of Health.

El personal se capacita sobre la gestión integral de los residuos según se indicó en la medida U2P N°1. Los residuos son retirados periódicamente de los sitios de obra y se almacenan temporalmente en el Centro de Acopio, según se mencionó en la medida U2P N° 2. Finalmente, todos los residuos son entregados a gestores autorizados por el Ministerio de Salud. No se manejan residuos en áreas ambientalmente sensibles como ríos, quebradas o nacientes.

#### **Medida U2P N° 19. Residuos, aceites y combustibles.**

En este periodo se impartieron seis charlas de atención de derrames a contratistas responsables de manejar vehículos o maquinaria alquilada del Proyecto, donde se les indica que todo derrame debe ser notificado y se les muestra cómo deben utilizar el kit de atención de derrames antes que el personal encargado de los derrames llegue al sitio, esto con el fin de evitar que el derrame se extienda, también que ningún vehículo o máquina puede operar o circular si cuenta con alguna fuga. Por otra parte, recibieron una charla sobre los requerimientos ambientales que deben cumplir dentro del área del Proyecto, así como todas las áreas de influencia del mismo y se les menciona la existencia de un reporte en caso del incumplimiento de alguno de esos requerimientos (Figura 45).



**Figura 45.** Charla de atención de derrames y de Inducción de Gestión Ambiental a contratistas.

En este periodo fueron notificados a la Unidad de Gestión Ambiental seis casos de derrames ocasionados en diferentes sectores del proyecto, los cuales fueron atendidos a la brevedad (Figura 46) evitando que la contaminación por hidrocarburos se extendiera y ocasionara más daños ya sea por filtración o por escorrentía, todo el material contaminado recolectado fue trasladado hacia el Centro de Acopio para su almacenamiento y posteriormente su disposición final mediante un gestor autorizado.



**Figura 46.** Atención de un derrame de hidrocarburos.

Como medida de prevención de derrames, en el Proyecto se realizan inspecciones de maquinaria y vehículos de transporte periódicamente, garantizando así que estos se den lo menos posible al detectar las fallas mecánicas. Durante el trimestre se realizaron 29 inspecciones de maquinaria de rutina y 19 reinspecciones a maquinaria que haya presentado algún problema en la primera inspección. Dichas inspecciones son realizadas por el personal del Taller Mecánico (Figura 47).

Proyecto Palias II	Lugar de la inspección Pozo 6 Miravalle	Fecha y hora de la inspección 14/06/2018							
Tipo de vehículo Distribuidora de Agregados	Marca y modelo ETNYRE 4290	Número de placa NIN 4290							
Descripción de la no conformidad detectada: Presenta conformidad.		Tipo de falta	Tiempo de corrección						
<b>Participantes de la inspección:</b> <table border="1"> <tr> <td>Nombre de los evaluadores Luis Roberto Alpízar M</td> <td>Puesto Mecánico</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Nombre del conductor Alexander Gonzalez</td> <td>Cédula 2150070</td> </tr> </table>				Nombre de los evaluadores Luis Roberto Alpízar M	Puesto Mecánico			Nombre del conductor Alexander Gonzalez	Cédula 2150070
Nombre de los evaluadores Luis Roberto Alpízar M	Puesto Mecánico								
Nombre del conductor Alexander Gonzalez	Cédula 2150070								

**Figura 47.** Registro de Inspección realizada a maquinaria alquilada.

De los residuos peligrosos que se mantienen almacenados en el Centro de Acopio, se realizó el retiro por un gestor autorizado 8027 kilogramos para que se les brinde un adecuado tratamiento y disponerlos adecuadamente (Figura 48).



**Figura 48.** Retiro de Residuos Peligrosos por un Gestor autorizado.

Para garantizar el adecuado transporte de los residuos peligrosos por parte de los gestores se les realiza una inspección a los camiones, donde se revisa los permisos para el traslado de este tipo de residuos, que cuenta con kit de atención de derrames, extintores, que el personal utilice equipo de seguridad y además que el camión no tenga fallas mecánicas o tenga alguna juga de combustible o de aceites (Figura 49).

LISTA DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE NORMAS NACIONALES E INSTITUCIONALES PARA EL MANEJO DE RESIDUOS					
Proyecto que despatcha: PG. Villas Unidad II	Nº de Solicitud de descarte: S-2023-16/2-442-0073-1897-18				
Tipo de residuo para destinar: Acarbo Vegetal Residuo de Madera Residuos Terciarios	Gestor de Residuos que recibe: Bachiller tecnológico en manejo de residuos				
Fecha de recolección: Día: 5 Mes: 6 Año: 2023					
Tipo de vehículo: Camião	Placa del vehículo: 167019				
Nombre del transportista: Roger Grandes Masis	Cédula: 3-344-015 Firma:				
Nombre del evaluador: José Luis Gómez	Cédula: 5-793-766 Firma:				
NOTA: El gestor de residuos está obligado al cumplimiento de la normativa tanto nacional como institucional para el manejo de los residuos generados en el proyecto.					
NORMAS BASICAS DEL CUMPLIMIENTO		Norma legal	SI	NO	N/A
I. Permisos					
1.1. Cuenta con Plomada - Santander. Funcionamiento vigente.	Ley N° 0639 ✓				
1.2. Se encuentra registrada como Gestor de Residuos ante el Ministerio de Salud.	DE N° 37587-S-MINAE ✓				
El gestor se encuentra registrado en el SiGREP.	✓				
1.4. El vehículo porta con lo tanto de pesos y dimensiones donde consta "transporte de material peligroso" vigente.	DE N° 24715-MOPF- MEIC-S ✓				
El vehículo porta la ficha de emergencia de los residuos que va a transportar.	DE N° 24715-MOPF- MEIC-S ✓				
El conductor se encuentra capacitado en transporte de productos peligrosos.	✓				
1.6. Se cuenta con los manifestos de entrega-tránsito-recolección de Residuos Peligrosos.	DE 37755-S-MINAE ✓				
Cuenta con seguro de responsabilidad civil y obligatoria a tercero.	✓				
II. Condiciones del Camión (entrega-recolección en campo)					

**Figura 49.** Inspección de camión para el traslado de residuos peligrosos.

En el Cuadro 10 se puede apreciar el detalle de los residuos peligrosos retirados durante este periodo, mediante gestores que se encuentren autorizados por el Ministerio de Salud y además de que esté inscrito el Sistema de Gestión de Residuos Peligrosos (SiGREP) del

Ministerio de Ambiente y Energía para garantizar un adecuado transporte, tratamiento y disposición final de los mismos.

**Cuadro 10.** Residuos peligrosos entregados durante el II trimestre, 2018.

Fecha de la gestión	Material	Kilogramos	Gestor autorizado	Mecanismos de trazabilidad
25/04/2018	Hospitalarios	21	MEDICLEAN	Guías de despacho, fotografías
05/06/2018	Medicamentos Vencidos	6	Wastech Costa Rica	Guías de despacho, fotografías
05/06/2018	Aceite de Motor	5000	Wastech Costa Rica	Guías de despacho, fotografías
05/06/2018	Aceite Vegetal	3000	Wastech Costa Rica	Guías de despacho, fotografías
<b>Total:</b>		<b>8027</b>		

En lo que respecta al CSRG los combustibles y lubricantes se almacenan adecuadamente, se diseñaron áreas específicas para el suministro de combustible, cambios de aceite en maquinaria y equipo. Asimismo, se utilizan dispositivos y materiales para la recolección y tratamiento adecuado de derrames (toallas absorbentes). Según se mencionó en la medida U2P N°2.

Todo el personal de mantenimiento de perforación tuvo una charla de refrescamiento en el año 2017 sobre el tema de manejo y control de derrames, según se indicó en informes anteriores.

#### **Medida U2P N° 20. Cambio superficial de suelo**

El proceso de manejo y recuperación de taludes consiste en realizar un enrejado vertical al talud, el cual funciona como medio de retención para la tierra orgánica que se colocará sobre el talud, esta tierra permite una colonización más eficiente de las plantas sobre el talud (Figura 50).



**Figura 50.** Regla y tierra orgánica sobre los taludes de la Plazoleta 13.

Posterior a esto se coloca sobre el talud una manta geo sintética de polímeros, la cual ayuda a evitar el golpe del agua sobre el terreno, disminuyendo la erosión del suelo y ayudando a la germinación y crecimiento de las plantas (Figura 51).



**Figura 51.** Recubrimiento del talud con geo membrana.

Actualmente se le está brindando tratamiento a los taludes de la Plazoleta 11, Plazoleta 12 y Plazoleta 13, habiendo culminado para este periodo los taludes de las Plazoletas 15 y 16 y además de las lagunas 2, 3 y 4 (Figura 52).



**Figura 52.** Manejo de taludes de la Laguna 4 finalizado.

#### **Medida U2P N° 21. Calidad de vida, generación de ruido y vibraciones.**

Se implementa un programa de monitoreo de los niveles de ruido en zonas pobladas cercanas a los sitios de trabajo, según se indicó en la medida U2P N° 10. Las mediciones realizadas son periódicas y se mantiene un registro de los resultados. De igual forma en la medida U2P N° 37 se muestran resultado del monitoreo de ruido que se realiza trimestralmente en las comunidades del Área de Influencia Directa del Proyecto.

### **Medida U2P N° 22. Ecosistemas flora.**

Durante el periodo se realizó un inventario de árboles en el proyecto para lo que será el acueducto de la comunidad de Curubandé, donde gracias a éste se logró determinar que no era necesario la corta de ningún árbol para dicha actividad. Igualmente, durante el trimestre no se realizaron actividades relacionadas al rescate y reubicación de flora menor (Figura 53).



**Figura 53.** Inventario de Árboles para construcción de acueducto.

### **Medida U2P N° 23. Flora, reducción de cobertura de bosques.**

Durante este periodo no se solicitó ningún permiso de corta, por lo tanto, no se efectuó corta de árboles. Sin embargo, si se atendieron solicitudes por caída de árboles y ramas sobre los caminos de acceso del proyecto (Figura 54).



**Figura 54.** Corta de árbol caído sobre el camino acceso a la Plazoleta 16

Por otra parte, constantemente se realiza mantenimiento de la vegetación en las cercanías de vapor-ductos para evitar daños por caída de árboles o ramas sobre las mismas (Figura 55).



**Figura 55.** Mantenimiento forestal sobre las rutas de vapor-ductos.

**Medida U2P N° 24. Flora, pastizal arbolado.**

Las áreas afectadas por el establecimiento de obras temporales se proyectan que sean liberadas para finales del 2018, por lo cual, en estos sectores aún no se realizan procesos de recuperación de la cobertura vegetal.

**Medida U2P N°25. Alteración a la fauna silvestre.**

El C.S.R.G. contrató un profesional en biología, Biol. Roberto Fernández Ugalde 1-1156-0897, para atender el rescate y reubicación de la fauna silvestre, asimismo atender contingencias provocadas por la presencia de la fauna silvestre en el sitio que genere riesgo al personal o atrasos en los procesos operativos. Por parte de Proyecto se cuenta con la Bióloga Laura Artavia Murillo, encargada de todas las actividades del área biológica y el monitoreo relacionados.

**Medida U2P N°26. Ictiofauna, Macroinvertebrados Acuáticos, Anfibios y Reptiles.**

**a) Monitoreo para calidad de agua**

Se establecieron 11 sitios para el monitoreo de calidad de agua (Cuadro 11 y Figura 56), en los cuales se toman muestras para realizar análisis físico químicos (DBO y nitrógeno amoniacal), se toman datos directos (pH, temperatura y oxígeno disuelto) y se realizan monitoreos de peces y macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de calidad de cuerpos de agua.

**Cuadro 11.** Sitios para el monitoreo de calidad de cuerpos de agua asociados al PG Las Pailas II.

<i>Sitios monitoreo de Calidad de Agua-PG Pailas</i>			
Nombre	E	N	Altura msnm
Azufrales arriba	354940	1189992	700
Azufrales abajo	354961	1189879	677
Yugo arriba	354360	1190065	757
Yugo abajo	354051	1189587	716
Jaramillo	352689	1190396	697
Colorado	352290	1190273	673
Colorado abajo-LT	352217	1190096	655
Río Negro arriba	353013	1187934	555
Río Negro abajo	352946	1187847	549
Río Blanco arriba	351289	1190714	676
Río Blanco abajo	351176	1190651	668



**Figura 56.** Sitios para el monitoreo de calidad de agua, Qb Yugo abajo y Qb. Jaramillo.

#### *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 57.

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



**Figura 57.** Mediciones directas parámetros físico químicos, calidad de cuerpos de agua del PG Las Pailas II, abril 2018.

El siguiente cuadro (Cuadro 12) muestra los resultados de las mediciones directas y los resultados de laboratorios realizadas en abril del 2018 en los 11 sitios de monitoreo mencionados anteriormente.

**Cuadro 12.** Valores obtenidos en abril del 2018 de análisis físico-químico calidad de cuerpos de agua del PG Las Pailas II.

Nombre	Altura msnm	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto	Turbidez	DBO	Nitrógeno amoniacal	%Saturación O <sub>2</sub>
Qb Azufrales arriba	700	21.9	6.55	9.17	6.92	0.58	0.16	114
Qb Azufrales abajo	677	21.4	6.23	9.05	7.43	1.46	0.03	113
Qb Yugo arriba	757	21.4	6.97	5.18	0	1.8	0.31	64
Qb Yugo abajo	716	21.3	6.85	7.83	0	1.17	0.19	96
Qb Jaramillo	697	20.1	6.87	8.04	0	1.78	0.35	96
Río Colorado	673	20.7	6.54	8.66	0	1.41	0.3	105
Río Colorado LT	655	22.6	7.78	8.2	0	0.84	0.33	103
Río Negro Arriba	555	23.3	6.58	8.58	0	1.91	0.23	108
Río Negro Abajo	549	23.3	7.04	9.37	0	1.09	0.33	117
Río Blanco arriba	676	20.5	5.78	8.7	0	0.84	0.18	105
Río Blanco abajo	668	20.5	4.63	8.81	0	0.87	0.13	106

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. Este Índice 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.

En el siguiente Cuadro 13 se muestran los resultados e interpretación de la calidad del agua al aplicar el Índice Holandés en los 11 sitios de monitoreo. Se refleja que siete de los 11 sitios de monitoreo presentan condiciones fisicoquímicas del agua sin contaminación (color azul) máxima categoría para el índice, y cuatro sitios presentan condiciones fisicoquímicas del agua con contaminación incipiente (color verde).

**Cuadro 13.** Cálculo del Índice Holandés, monitoreo efectuado en abril del 2018 para calidad de cuerpos de agua del PG Las Pailas II.

Nombre	Puntos	Color	Calidad del agua
Qb Azufrales arriba	4	Verde	Contaminación incipiente
Qb Azufrales abajo	4	Verde	Contaminación incipiente
Qb. Yugo arriba	5	Verde	Contaminación incipiente
Qb. Yugo abajo	3	Azul	Sin contaminación
Qb. Jaramillo	3	Azul	Sin contaminación
Río Colorado	3	Azul	Sin contaminación
Río Colorado LT	3	Azul	Sin contaminación
Río Negro Arriba	3	Azul	Sin contaminación
Río Negro Abajo	4	Verde	Contaminación incipiente
Río Blanco arriba	3	Azul	Sin contaminación
Río Blanco abajo	3	Azul	Sin contaminación

### Macroinvertebrados acuáticos

Las muestras se toman bajo el método de recolecta directa, semi-cuantitativa, que consiste en recolectar los organismos directamente en el campo desde el sustrato, el cual se remueve con la ayuda de un colador (Figura 58).

Se deben tomar en cuenta los diferentes micro-hábitats 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.



**Figura 58.** Recolecta de macroinvertebrados, abril 2018.

### **Resultados**

En el monitoreo efectuado en abril del 2018 se recolectó un total de 1603 individuos en los 11 sitios de monitoreo (Cuadro 14). La identificación taxonómica muestra la presencia de 81 géneros de macroinvertebrados acuáticos distribuidas en un total de 53 familias.

El sitio Qb. Jaramillo corresponde al sitio con mayor cantidad de individuos  $n=180$ , seguido por Río Negro abajo con 178 individuos. Por otra parte, Qb. Azufrales abajo aportó 63 individuos. Con respecto al muestreo en la Qb Azufrales, en el punto aguas abajo no se obtuvieron datos, ya que, al realizarse la visita se observó que no había agua únicamente aguas arriba. Este sitio se caracteriza por poseer poca agua o nula lo que influye en la toma de datos para calidad de agua. En este caso, se pudo recolectar las muestras para análisis fisicoquímicos, pero no para fauna acuática (Figura 59).



**Figura 59.** Sitio Qb. Azufrales abajo, Proyecto Geotérmico Las Pilas Unidad II.

**Cuadro 14.** Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados acuáticos colectados en nueve sitios en el PG Las Pailas II, abril 2018.

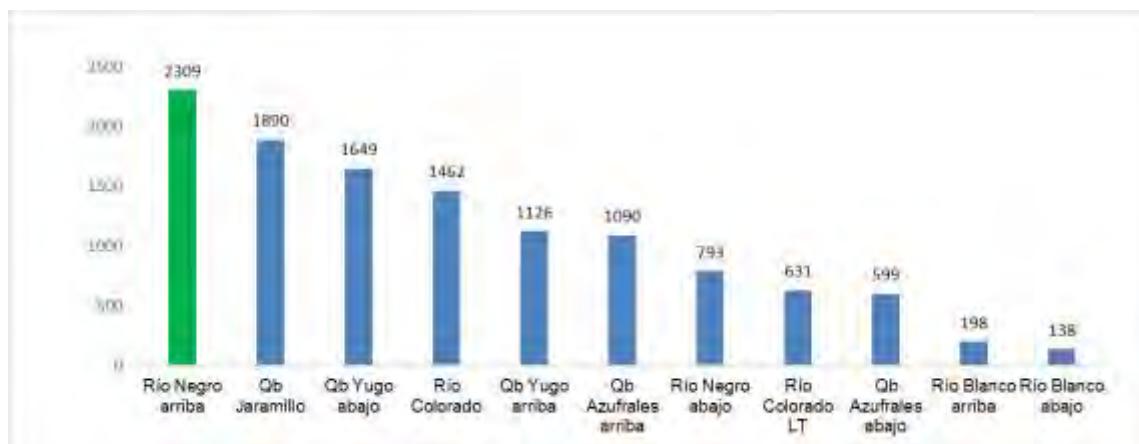
Taxón	Qb Jaramillo	Río Negro abajo	Río Colorado LT	Río Colorado	Río Negro arriba	Río Blanco arriba	Qb Yugo abajo	Qb Yugo arriba	Río Blanco abajo	Qb Azufrales arriba	Total general
<i>Ambrysus</i>		0			0			0	1	0	1
<i>Americabaetis</i>			1				1			9	11
<i>Anacroneuria</i>	21	9	12	8	17		18	8		13	106
<i>Archilestes</i>						1			3		4
<i>Argia</i>				2		7			6	1	16
<i>Baetodes</i>		1	8	5	1						15
<i>Belostoma</i>	1	1	5	0		0			0		7
<i>Blaberidae</i>	1										1
<i>Brechmorhoga</i>	1		1	1	4	4	1		5		17
<i>Cabecar</i>					1						1
<i>Camelobaetidius</i>			1	1	4						6
<i>Ceratopogonidae</i>										1	1
<i>Chimarra</i>		1			3		3			2	9
<i>Chironominae</i>	3	1	9	4			2	2	2		23
<i>Cora</i>		1					1				2
<i>Corydalus</i>	1	4	5	6	5	2	3		3		29
<i>Cryptocricos</i>		1									1
<i>Dytiscidae</i>					1	1			1		3
<i>Elga</i>				1			1				2
<i>Epigomphus</i>	3	4		1	3		6			11	28
<i>Erpetogomphus</i>			2								2
<i>Erythrodiplax</i>								1			1
<i>Farrodes</i>	1	14	1	1	6						23
<i>Gelastocoris</i>					1						1
<i>Gerridae</i>						3					3
<i>Gyretes</i>	5	2	1	1	2	2			3		16
<i>Gyrinidae</i>	1		1	1							3
<i>Gyrinus</i>									1		1
<i>Hebrus</i>						1					1
<i>Helichus</i>			1				1	2		1	5
<i>Helicopsyche</i>										1	1
<i>Hemerodromia</i>			1								1
<i>Hetaerina</i>	8	6	3	10	10	9	5	2	7		60
<i>Heteragrion</i>		2			1			2			5
<i>Heterelmis</i>			2								2
<i>Hexanchorus</i>	1										1
<i>Hexatoma</i>	3	6	2	1		2			1	4	19
<i>Hyallelidae</i>	8							16		2	26

Taxón	Qb Jaramillo	Río Negro abajo	Río Colorado LT	Río Colorado	Río Negro arriba	Río Blanco arriba	Qb Yugo abajo	Qb Yugo arriba	Río Blanco abajo	Qb Azufrales arriba	Total general
<i>Hydrobiidae</i>								2			2
<i>Hydrosmilodon</i>		4			1						5
<i>Isopoda</i>	1										1
<i>Lampyridae</i>					1						1
<i>Leptohyphes</i>	12	31	17	16	20		10	6			112
<i>Leptonema</i>	29	31	11	15	21	1	16	5	4	3	136
<i>Libellulidae</i>		1			2						3
<i>Limnocoris</i>	0	2	1	5	0		5	0	2		15
<i>Macrelmis</i>	0	0	0	0	0		1			1	2
<i>Marilia</i>		5									5
<i>Mayobaetis</i>		2	3	6		4		9	3		27
<i>Moribaetis</i>	2		8	7	2		1			2	22
<i>Nectopsyche</i>	23	6	1	2	0		8				40
<i>Notelmis</i>									1		1
<i>Notonecta</i>						0			3		3
<i>Odontomyia</i>							1				1
<i>Orthocladiinae</i>		2	1	1	1						5
<i>Oxyethira</i>					2						2
<i>Palaemnema</i>							1				1
<i>Parapoynx</i>		2			1						3
<i>Perigomphus</i>	1	1									2
<i>Petrophila</i>	3						2				5
<i>Phylloicus</i>	7	3	5	4	4	1	3	7		0	34
<i>Planariidae</i>	2	1	4	3			2	3			15
<i>Polycentropus</i>	1	5	6	6	2	13			9		42
<i>Polyplectropus</i>		2					2				4
<i>Psephenidae</i>								1			1
<i>Psephenops</i>	1										1
<i>Pseudothelphusidae</i>	3	3					3	3		4	16
<i>Rhagovelia</i>				0		54		1	2	2	59
<i>Saldidae</i>	1										1
<i>Scirtes</i>									2		2
<i>Simulium</i>	4	3	2	3	4	3	2		9		30
<i>Smicridea</i>	8	2	7	9	1		2			1	30
<i>Tanypodinae</i>	1		1		2						4
<i>Terpides</i>	3		2								5
<i>Tetraglossa</i>	9	6	2	7				9		3	36
<i>Thiaridae</i>					2						2
<i>Thraulodes</i>	1	5	10	4	3		1				24
<i>Traverella</i>		3									3

Taxón	Qb Jaramillo	Río Negro abajo	Río Colorado LT	Río Colorado	Río Negro arriba	Río Blanco arriba	Qb Yugo abajo	Qb Yugo arriba	Río Blanco abajo	Qb Azufrales arriba	Total general
<i>Tricorythodes</i>	4	3	4	6			1	2			20
<i>Xiphocentron</i>	6	2					2	3		2	15
<b>Total general</b>	<b>180</b>	<b>178</b>	<b>141</b>	<b>137</b>	<b>128</b>	<b>108</b>	<b>105</b>	<b>84</b>	<b>68</b>	<b>63</b>	<b>1192</b>

Los sitios Qb,Jaramillo y río Negro abajo han sido los que cuentan con la mayor cantidad de recolecta de macroinvertebrados a lo largo de los muestreos (Figura 60).

El río Negro en general es un cuerpo de agua que presenta buena calidad en aspectos físico químicos y en cuanto a presencia de individuos de macroinvertebrados, sin embargo, analizando los resultados generales se observa una diferencia en cantidad de individuos entre el punto aguas abajo y el punto aguas arriba (Mayor en río Negro arriba), lo mismo sucede a la hora de comparar taxones es el Punto río Negro arriba el que dispone de mayor cantidad de géneros y familias.



**Figura 60.** Cantidad de individuos de macroinvertebrados por sitios de monitoreo a lo largo de las campañas de monitoreo del 2014 al 2018, abril 2018.

En cuanto a los taxones identificados, *Leptonema* y *Leptohyphes* fueron los que aportaron las mayores abundancias con N= 136 y N= 112 especímenes respectivamente

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 tal y como se observa en la siguiente figura (Figura 61).



**Figura 61.** Larva de *Leptonema* género más común en abril 2018.

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 subimagos 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 62).



**Figura 62.** Ninfas de *Leptohyphes*, segundo género común en abril 2018.

Al aplicar el índice BMWP-CR (Cuadro 15) según el “Reglamento para la clasificación y la evaluación de calidad de cuerpos de aguas superficiales” se obtiene que seis sitios presentan “aguas de calidad excelente”, cuatro sitio con coloración verde que representan “Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.”

**Cuadro 15.** Valores obtenidos en cada uno de los sitios monitoreados y su nivel de calidad de agua según el Índice BMWP-CR. Abril, 2018.

Sitio muestreo	Valor BMWP-CR	Calidad de Agua
Azufrales arriba	95	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Azufrales abajo	-	-
Qb Yugo arriba	98	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Qb Yugo abajo	145	Aguas de calidad excelente.
Qb Jaramillo	157	Aguas de calidad excelente.
Río Colorado	120	Aguas de calidad excelente.
Río Colorado LT	125	Aguas de calidad excelente.
Río Negro arriba	132	Aguas de calidad excelente.
Río Negro abajo	169	Aguas de calidad excelente.
Río Blanco arriba	75	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Río Blanco abajo	82	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.

En general, no se observó alguna condición que afectara la fauna acuática de los sitios monitoreados aparte de la mencionada anteriormente con respecto al sitio Azufrales abajo.

En el Cuadro 16 se observa una comparación de los resultados de los tres índices calculados para determinar la calidad de las aguas superficiales (Índice biológico BMWP-CR, índice Holandés físico químico e ICA,) en el monitoreo de abril del 2018. Se aprecia que para los puntos de monitoreo de Río Blanco el ICA indica que la Calidad del agua es regular (color amarillo), sin embargo, los parámetros fisicoquímicos indican aguas sin contaminación.

**Cuadro 16.** Comparación del Índice Biológico BMWP-CR, Índice Físico-químico holandés e ICA en los 11 sitios de monitoreo, abril 2018.

Sitio muestreo	BMWP-CR	Índice Holandés	ICA
Azufrales arriba	95	Verde	85 Buena
Azufrales abajo	-	Verde	85 Buena
Qb Yugo arriba	98	Verde	79 Buena
Qb Yugo abajo	145	Azul	88 Buena
Qb Jaramillo	157	Azul	88 Buena
Río Colorado	120	Azul	88 Buena
Río Colorado LT	125	Azul	90 Buena
Río Negro arriba	132	Azul	88 Buena
Río Negro abajo	169	Verde	85 Buena
Río Blanco arriba	75	Azul	69 Regular
Río Blanco abajo	87	Azul	70 Regular

## Ictiofauna

El monitoreo de peces es realizado por tres personas, se utilizó 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 63). Los sitios de monitoreo de ictiofauna son los mismo en los que se realiza el monitoreo de macroinvertebrados acuáticos.



**Figura 63.** Monitoreo de peces con técnica de electro-pesca en cuerpos de agua del Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II. Abril, 2018.

## Resultados

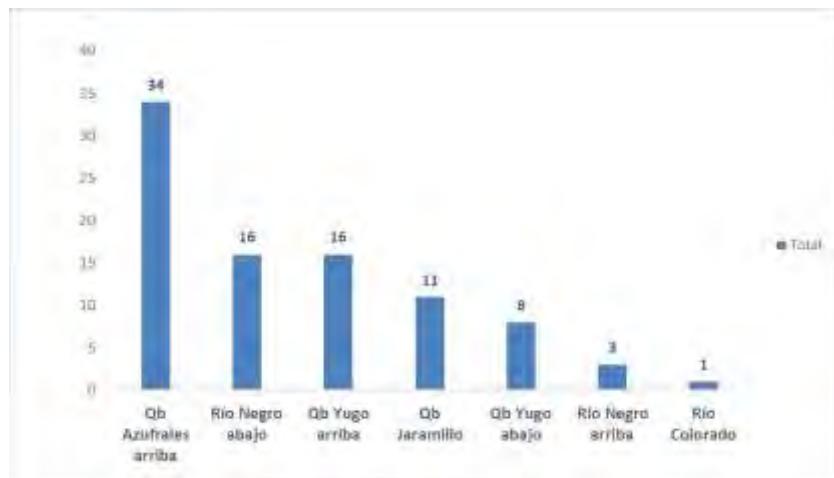
Se identificaron un total de 89 individuos en siete de los 11 sitios de monitoreo. Los 89 individuos pertenecen a cuatro especies ya antes reportadas en Pailas II, *Priapichthys annectens* (la más abundante, N= 85 (Figura 64), *Rhamdia laticauda*, *Gobiesox nudus* y *Rivulus isthmensis*.

*P. annectens* es una especie endémica de Costa Rica que habita en sitios con corrientes de poca o alta velocidad en donde se alimentan de insectos tanto acuáticos como terrestres, tales como hormigas y termitas.



**Figura 64.** Especie abundante en monitoreo de peces, abril 2018.

En los sitios donde se capturaron peces, se observa que quebrada Azufrales arriba aportó la mayor cantidad de individuos ( $N= 34$ ) seguido por Yugo arriba y Río Negro abajo con 16 individuos en ambos sitios (Figura 65). El sitio Qb. Azufrales arriba es donde se ha capturado la mayor cantidad de peces desde que se inició con el monitoreo de calidad de aguas este comportamiento muy posiblemente se debe a que los peces en este punto no tienen áreas de escape cuando se realizan las descargas eléctricas, son aguas lenticas y con pozas donde los peces se conglomeran.



**Figura 65.** Cantidad de individuos por especie en cada uno de los sitios de monitoreo de calidad de agua. Abril, 2018.

#### **Programa de Mantenimiento de Sedimentadores.**

Se cuenta con un plan de acción para el mantenimiento de sedimentadores (Figura 66), el cual permitirá minimizar la erosión y el arrastre de sedimentos en los accesos dentro del Proyecto. En este documento se pretende, además, determinar las medidas para el monitoreo que permitan reducir los focos de transmisión de enfermedades que pueda ocasionar el estancamiento de aguas de las trampas de sedimentación rudimentarias (Medida Ambiental N°16).



**Figura 66.** Plan de Mantenimiento de Sedimentadores.

En este plan se indica que el Área de Gestión Ambiental realizará al menos una visita al mes para determinar el estado de los sedimentadores. En caso de encontrar alguno colmatado o en mal estado, procederá a informar al encargado de la obra por medio de un Informe de Seguimiento Ambiental. Estas inspecciones son llevadas a cabo por el encargado de las visitas de seguimiento ambiental.

#### ***Inspecciones de campo***

Mensualmente se realiza una inspección de los sedimentadores para determinar el funcionamiento de los mismos. Se llevaron a cabo tres visitas de campo en las que visualmente se determinó que los mismos sedimentadores que anteriormente no contaban con la barrera para detener el sedimento, no la tienen, en algunos se observó acumulación de hojas secas, por lo tanto, se procede a notificar a los encargados de obra para que realicen los trabajos de limpieza y reparación (Figura 67).



**Figura 67.** Inspección de sedimentadores en abril 2018. Se observa acumulación de hojas secas.

Sin embargo, en junio se observa que los sedimentadores requieren limpieza debido a que algunos están colmatados producto de las fuertes lluvias Figura 68.



**Figura 68.** Sedimentadores colmatados en junio, 2018.

#### **Medida U2P N°27. Ictiofauna, Macroinvertebrados Acuáticos y Herpetofauna.**

Las condiciones de las áreas diseñadas para el almacenaje y manipulación de hidrocarburos y sustancias peligrosas, así como todo lo concerniente a la elaboración de un protocolo para la atención de derrames, se detallan en la Medida N° 19.

Los sitios de perforación cuentan con obras civiles necesarias para el almacenamiento y manipulación de hidrocarburos y sustancias peligrosas en las plataformas de pozos profundos (Figura 69).



**Figura 69.** Áreas para almacenamiento de sustancias peligrosas en perforadoras.

En las plataformas de perforación se cuenta con áreas para el almacenamiento y manipulación de hidrocarburos y sustancias según se indicó en los apartados U2P# 2, U2P#12 y U2P#19. Asimismo, se generan monitoreos e informes operacionales que demuestren el correcto almacenaje, manipulación de sustancias peligrosas e implementos para la contención de derrames en las plataformas de Perforación Profunda según se indicó en el apartado U2P# 2.

Se elaboró y ejecuta un programa de monitoreo químico de las aguas de los ríos y quebradas del AP durante la fase de construcción y operación, que permite detectar eventualmente contaminantes y sus orígenes según se indicó en el apartado U2P# 13 y U2P# 17. En la Figura 70 se detallan los registros relacionados a aguas superficiales ubicadas en los sitios de obra.

Aguas Superficiales - Campo Geotérmico Las Pailas															
Descripción	pH	Cond	Na <sup>+</sup> (ppm)	K <sup>+</sup> (ppm)	Ca <sup>+</sup> (ppm)	Mg <sup>+</sup> (ppm)	Li <sup>+</sup> (ppm)	Rb <sup>+</sup> (ppm)	Cs <sup>+</sup> (ppm)	Fe Tot	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	F-(ppm)	
ASP-21: QUEBRADA AZUFRALES PAILAS II	6.80	159.37	4.35	0.95	7.51	3.30	nd	nd	nd	nd	5.26	30.37	58.00	nd	
ASP-22: QUEBRADA EL LLORADERO	7.07	138.09	5.95	1.70	10.65	5.35	nd	nd	nd	nd	5.38	3.05	80.50	0.08	
ASP-23: NACIENTE 16	7.41	177.04	6.13	3.33	15.28	8.25	nd	nd	nd	nd	nd	nd	106.00	0.10	
ASP-24: UNION QUEBRADA AZUFRALES	5.26	491.48	12.70	3.70	15.09	6.35	nd	nd	nd	nd	5.85	120.36	37.50	nd	
ASP-25: QUEBRADA YUGO	7.18	123.36	5.43	1.93	9.86	4.83	nd	nd	nd	nd	3.71	2.59	74.50	nd	
ASP-26: NACIENTE GEMELA	7.16	142.98	5.29	2.53	13.17	6.20	nd	nd	nd	nd	nd	nd	92.25	0.09	
ASP-27: QUEBRADA YUGO ABAJO	7.37	130.59	5.58	1.85	11.00	5.05	nd	nd	nd	nd	3.74	2.90	75.67	nd	
ASP-33: NACIENTE HOTEL RV	6.04	203.97	6.80	1.40	10.96	6.40	nd	nd	nd	nd	14.96	9.88	77.25	nd	
ASP-48: RIO NEGRO ABAJO	7.22	138.13	6.70	2.15	10.23	4.65	nd	nd	nd	nd	4.34	25.92	48.75	0.06	
ASP-28: TERMAL DON CLAUDIO 1	6.46	829.82	88.33	40.27	49.05	19.45	0.08	nd	nd	nd	11.46	58.17	454.44	0.28	
ASP-29: TERMAL DON CLAUDIO 2	6.53	836.36	89.05	40.39	48.96	19.35	0.08	nd	nd	nd	10.41	60.28	454.83	0.29	
ASP-30: NAC. SANTA MARIA 1	4.82	308.17	15.45	4.85	24.92	9.63	nd	nd	0.47	4.96	109.03	59.28	0.23		
ASP-31: NAC. TERM. AZUFRALES ARRIBA	4.13	362.73	14.01	4.56	23.98	9.52	nd	nd	1.76	5.11	141.95	11.74	0.22		
ASP-34: NAC. TERM. AZUFRALES PAILAS 2	3.94	643.00	27.88	8.78	28.98	11.09	nd	nd	nd	nd	5.87	218.44	25.64	0.16	
ASP-35: NAC. TERM. RIO NEGRO 1	5.37	382.18	16.65	7.41	36.41	13.86	nd	nd	nd	nd	2.68	97.25	129.70	0.25	
ASP-36: NAC. TERM. RIO NEGRO 2	5.45	369.55	15.57	6.81	33.86	12.36	nd	nd	nd	nd	3.15	108.12	90.50	0.60	
ASP-37: NAC. QUEBRADA JARAMILLO	6.54	158.93	6.26	1.76	15.00	8.08	nd	nd	nd	nd	5.68	4.18	97.25	0.20	
ASP-38: NAC. QUEBRADA ESCONDIDA 1	3.34	556.27	9.37	3.51	39.89	7.30	nd	nd	0.46	13.64	188.51	nd	1.22		
ASP-39: NAC. QUEBRADA ESCONDIDA 2	3.33	564.18	9.41	3.34	39.63	7.29	nd	nd	0.49	13.56	172.69	nd	1.14		
ASP-40: NAC. TERMAL SANTA MARIA 2	4.56	335.15	13.94	4.37	22.81	8.58	nd	nd	nd	nd	4.29	107.68	43.96	0.22	
ASP-41: NAC. TERMAL PAILAS DE AGUA	5.80	443.23	6.69	2.08	11.88	5.76	nd	nd	nd	nd	15.63	3.19	104.01	51.50	0.09
ASP-42: CATARATAS PAILAS	7.00	87.73	3.92	1.41	7.65	3.53	nd	nd	nd	nd	3.19	2.46	49.98	nd	
ASP-43: NAC. TERMAL RIO SALTO	5.20	320.97	15.36	5.05	30.49	10.54	2.82	83.64	nd	nd	nd	nd	93.20	0.59	
ASP-45: QUEBRADA PAILAS	6.95	181.37	8.91	3.57	15.59	6.45	nd	nd	nd	nd	3.24	33.48	68.63	0.30	
ASP-46: QUEBRADA JARAMILLO 3	7.45	105.46	5.29	2.02	9.13	4.18	nd	nd	nd	nd	3.39	3.64	62.20	0.19	
ASP-47: TOMA AGUA POTABLE PNRV 1	6.14	126.46	5.99	1.56	10.85	5.65	nd	nd	nd	nd	4.16	7.60	69.30	0.20	

Aguas Superficiales - Campo Geotérmico Las Pailas													
Descripción	B(ppm)	H2S(ppm)	NH3	As V	As III	As Total	Zn	Cd	Pb	Cu	SiO2tot	S.T.D.	Turbidez
ASP-21: QUEBRADA AZUFRALES PAILAS II	nd	nd	nd	nd	nd	2.00	nd	nd	nd	40.50	86.50	0.25	
ASP-22: QUEBRADA EL LLORADERO	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2.00	56.50	126.50	2.25	
ASP-23: NACIENTE 16	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	62.00	149.50	2.55	
ASP-24: UNION QUEBRADA AZUFRALES	nd	nd	nd	8.40	nd	8.40	2.00	nd	nd	74.50	216.50	0.45	
ASP-25: QUEBRADA YUGO	nd	nd	nd	nd	nd	nd	3.10	nd	nd	54.33	129.00	0.59	
ASP-26: NACIENTE GEMELA	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2.90	nd	nd	64.50	146.50	1.25	
ASP-27: QUEBRADA YUGO ABAJO	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2.10	nd	nd	1.17	53.00	121.33	1.80
ASP-33: NACIENTE HOTEL RV	nd	nd	nd	nd	nd	nd	7.30	nd	nd	65.67	137.00	0.35	
ASP-48: RIO NEGRO ABAJO	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	48.00	114.50	1.85	
ASP-28: TERMAL DON CLAUDIO 1	0.34	1.02	nd	33.32	114.00	111.13	5.08	0.20	nd	4.24	nd	nd	
ASP-29: TERMAL DON CLAUDIO 2	0.33	4.81	nd	26.40	141.67	182.75	7.90	0.44	nd	3.30	nd	nd	
ASP-30: NAC. SANTA MARIA 1	0.11	9.21	nd	1.40	62.00	141.01	2.53	0.10	nd	nd	nd	nd	
ASP-31: NAC. TERM. AZUFRALES ARRIBA	0.19	1.02	nd	2.70	82.50	133.16	1.27	nd	nd	nd	nd	nd	
ASP-34: NAC. TERM. AZUFRALES PAILAS 2	0.14	3.52	nd	44.15	86.37	132.70	8.78	nd	nd	nd	nd	nd	
ASP-35: NAC. TERM. RIO NEGRO 1	0.12	8.03	nd	3.30	61.80	67.57	4.43	nd	nd	nd	nd	nd	
ASP-36: NAC. TERM. RIO NEGRO 2	0.43	7.50	nd	3.20	56.75	45.11	4.73	nd	nd	nd	nd	nd	
ASP-37: NAC. QUEBRADA JARAMILLO	nd	nd	nd	nd	60.00	162.00	35.85	nd	nd	3.48	nd	nd	
ASP-38: NAC. QUEBRADA ESCONDIDA 1	0.15	nd	nd	nd	71.00	360.00	7.00	nd	nd	1.13	nd	nd	
ASP-39: NAC. QUEBRADA ESCONDIDA 2	0.13	nd	nd	nd	72.00	nd	7.97	nd	nd	1.05	nd	nd	
ASP-40: NAC. TERMAL SANTA MARIA 2	nd	9.72	nd	4.60	84.00	nd	2.50	nd	nd	nd	nd	nd	
ASP-41: NAC. TERMAL PAILAS DE AGUA	0.22	nd	nd	nd	52.00	96.00	11.90	nd	nd	3.67	nd	nd	
ASP-42: CATARATAS PAILAS	0.12	nd	nd	nd	37.00	53.00	21.43	nd	nd	nd	nd	nd	
ASP-43: NAC. TERMAL RIO SALTO	nd	1.53	nd	4.15	53.15	55.24	2.57	nd	nd	nd	nd	nd	
ASP-45: QUEBRADA PAILAS	0.10	nd	nd	nd	75.00	200.00	1.33	nd	nd	1.10	nd	nd	
ASP-46: QUEBRADA JARAMILLO 3	nd	nd	nd	nd	48.00	nd	2.25	nd	nd	2.56	nd	nd	
ASP-47: TOMA AGUA POTABLE PNRV1	0.10	nd	nd	nd	51.50	98.00	1.47	nd	nd	2.10	nd	nd	

**Figura 70.** Registros monitoreo químico de las aguas.

## Medida U2P N°28 Fauna, distorsión del comportamiento por modificación del hábitat.

### a) Rescates de fauna

Los grupos taxonómicos a rescatar son: aves, mamíferos, reptiles y anfibios. Esta actividad se realiza en tres etapas que son: previo al aprovechamiento forestal, durante el aprovechamiento forestal y durante movimientos de tierra y escombros.

#### Anfibios y Reptiles

Se realizó 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 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 lo 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 realizó una búsqueda de huellas y otros indicios, 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 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 realizó la búsqueda de nidos, los cuales se revisaron 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.

## **Área para recuperación de fauna**

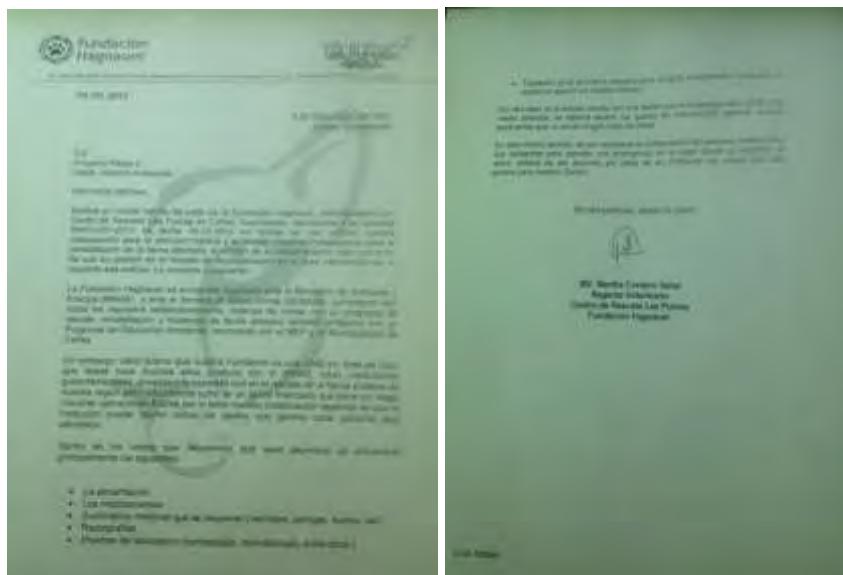
Es un espacio diseñado para dar atención a fauna que lo requiera, ya sea por lesiones leves, vigilancia o como sitio de espera para realizar el trasladado al centro de rescate. Este sitio se ubica dentro de las instalaciones del Proyecto, está equipado con jaulas, cajas de madera, baldes plásticos y cajas tipo terrarios para alojar reptiles principalmente y mamíferos pequeños.

Todos los animales que ingresen al sitio de cuarentena serán registrados en el formulario F02-CAP-UGA-03 “especies en sitio de cuarentena” y aquellos que ameriten traslado a algún centro de rescate serán registrados en el formulario F03-CAP-UGA-03 “registro de entrega de fauna a Centros de Rescate, Instituciones o albergues” como método de control y trazabilidad de los individuos.

## **Manejo clínico de especies**

Se tiene un convenio con el Centro de Rescate las Pumas en Cañas para la atención clínica de los animales que lo requieran, principalmente animales heridos o con estado sanitario que no sea el óptimo. En este acuerdo se exponen las condiciones por parte de cada una

de las partes para el tratamiento clínico de las especies (Figura 71).



**Figura 71.** Nota emitida por el Centro de Rescate las Pumas donde exponen las condiciones para brindar el servicio médico solicitado.

Este acuerdo surge a raíz de las indicaciones incluidas en el documento “Protocolo de Rescate y Translocación de fauna en obras ICE 70.00.016.2014” en las que se menciona necesaria la búsqueda de algún centro de rescate que cuente con un médico veterinario (Figura 72).

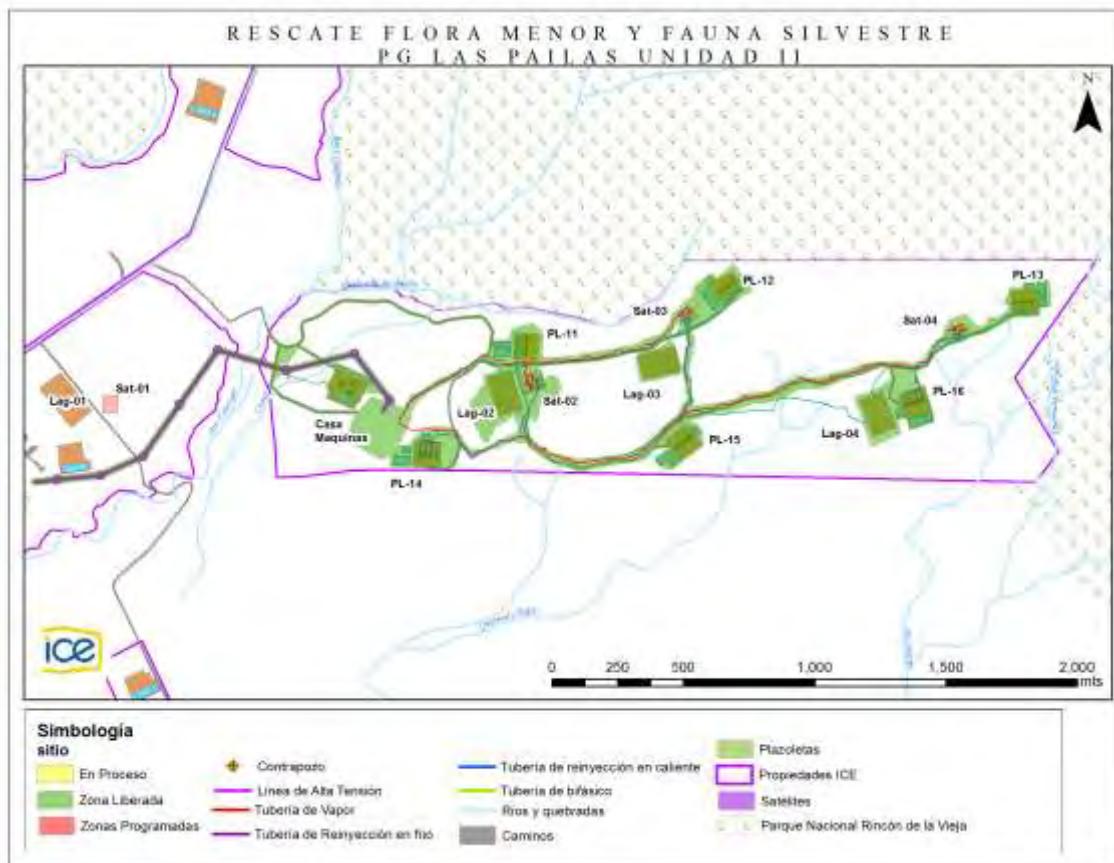


**Figura 72.** Nota emitida por la Unidad de Biología donde se solicita al Centro de Rescate Las Pumas los servicios médicos veterinarios.

## Rescates en sitios de obra

Se da por finalizada las actividades de rescate de fauna silvestre en sitios de obra.

En la siguiente figura se presentan las áreas liberadas lo que representa la finalización de los rescates de flora y fauna asociados a obras constructivas (Figura 73).



**Figura 73.** Sitios de obra en los que se da por finalizado el rescate de flora y fauna, Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II.

## Rescates ocasionales de fauna

Para el periodo se reporta el rescate de 29 individuos pertenecientes a 10 especies distribuidas en ocho familias. Estos rescates se realizaron en diferentes sitios como lo son dispensario médico, transportes, centro de acopio y oficinas (Figura 74).



**Figura 74.** Cantidad de individuos por especie rescatados en el II Trimestre 2018.

Los anfibios son el grupo con más registro de rescates con un total de 15 de los 26 individuos rescatados, la mayoría de ellos corresponden 12 ranas *Lithobates forreri* ubicadas en una fosa en la Casa de Máquinas. Por otra parte, los reptiles reportan 10 individuos rescatados pertenecientes a cinco especies, de ellas tres son serpientes (cuatro Bécquer, una cascabel y una sabanera) (Figura 75).



**Figura 75.** Rescates de serpiente Bécquer (*B. imperator*) en alcantarillado para aguas pluviales.

## Traslados a Centros de Rescate

Durante el trimestre no se realizaron traslados de fauna a centros de rescate.

## Monitoreos de fauna

Se detalla una breve descripción de los transectos utilizados para llevar a cabo los monitoreos de fauna silvestre (aves, mamíferos, anfibios y reptiles). Por lo tanto, en las medidas respectivas a monitoreo de fauna no se volverán a caracterizar los transectos.

### **Transecto 1: Charral**

Zona abierta representada mayormente por charrales arbolados (Figura 76), florísticamente está compuesto en su mayoría por arbustos junto con árboles delgados dispersos de especies como guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), laurel (*Cordia alliodora*), guachipelín (*Diphysa americana*), entre otras. Este transecto se caracteriza por la cercanía a una de las obras más grandes del Proyecto, Casa de Máquinas, por lo tanto, la presencia de vehículos y personas es muy común.



**Figura 76.** Transecto ubicado en zona de charral.

### **Transecto 2: Parche**

Este transecto se localiza en un parche de bosque que resultó de la apertura de los caminos hacia los sitios de obra (Figura 77), predomina bosque secundario con presencia de árboles como níspero chicle (*Manilkara chicle*), guácimo molenillo (*Luehea speciosa*), guarumo (*Cecropia peltata*), peine de mico (*Apeiba tiborbo*), entre otras.



**Figura 77.** Transecto ubicado en zona de parche de bosque.

**Transecto 3: Bosque**

Este transecto se encuentra cerca de la línea que divide el Parque Nacional Rincón de la Vieja y el AP, por lo tanto, predomina un bosque maduro intervenido con presencia de árboles grandes (Figura 78).



**Figura 78.** Transecto ubicado en zona de bosque.

**Transecto 4: El Yugo**

Este transecto es exclusivo para el monitoreo de herpetofauna (Figura 79). Se trazó en sentido aguas abajo a lo largo de la quebrada el Yugo, la cual está constituida por vegetación menor como aráceas y bromélidas como la piñuela pita (*Aechmea magdalena*) y árboles riparios como jabillo (*Hura crepitans*), surá (*Terminalia oblonga*), tempisque (*Sideroxylon capiri*) y lorito (*Cojoba arborea*), entre otros.

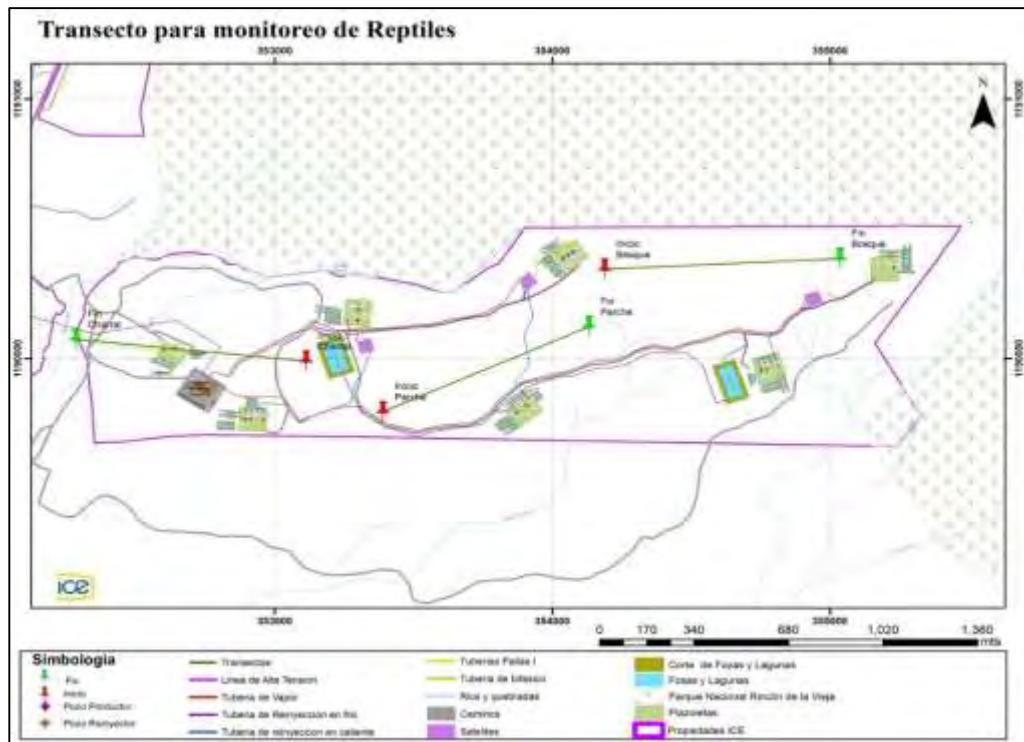


**Figura 79.** Transecto ubicado en la Quebrada El Yugo.

### Monitoreo de Herpetofauna

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

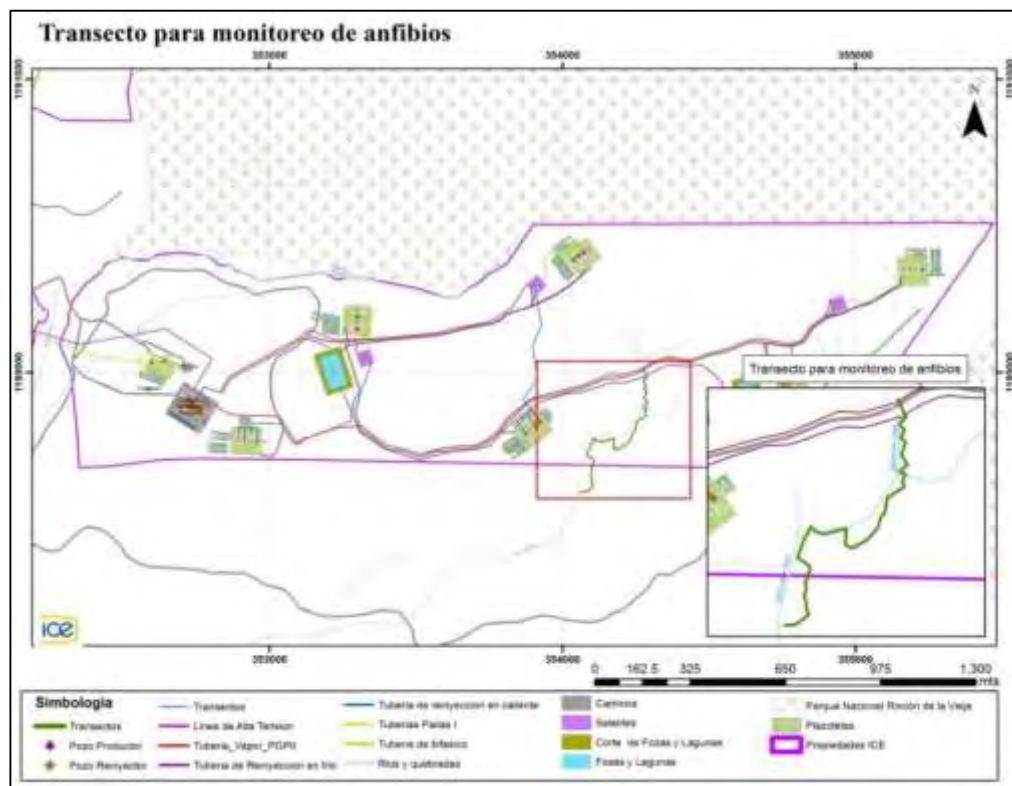
La técnica consiste en caminar un área o hábitat en un tiempo predeterminado sistemáticamente. Se realizará recorridos diurnos y nocturnos para la búsqueda de individuos. Los recorridos diurnos se realizan en los transectos (T1, T2 y T3) en horario de 8:00am a 3:00pm, revisando cautelosamente en troncos, hojarasca y debajo de piedras y cualquier otro sustrato (Figura 80).



**Figura 80.** Ubicación de los transectos para el monitoreo de herpetofauna dentro del AP del PG Las Pailas Unidad II.

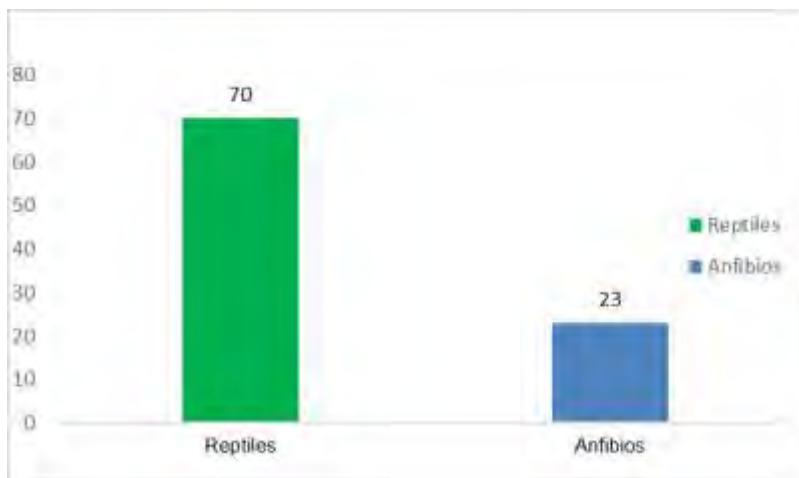
Para la búsqueda nocturna de herpetofauna se utiliza adicionalmente un transecto trazado paralelamente a la Quebrada El Yugo (Figura 81), se revisa 1 m a ambos lados del cauce de la quebrada, debajo de troncos y en hojarasca que son posibles escondites para anfibios y reptiles. La búsqueda inicia a las 18:00 y finalizará a las 21:00.

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.



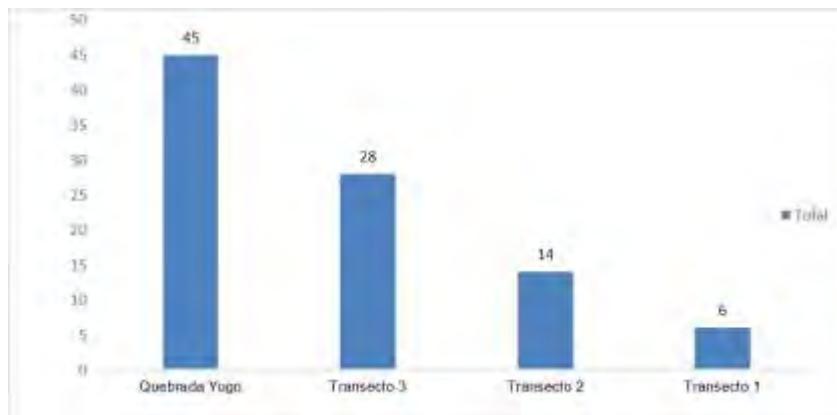
**Figura 81.** Transecto para el monitoreo nocturno de herpetofauna dentro del AP del PG Las Pailas Unidad II.

Se tiene un total de 93 individuos identificados distribuidos en 11 familias y 16 especies. Del total de individuos se registró un mayor numero de reptiles, principalmente del género *Norops* sp. (54 individuos) (Figura 82). En el caso de anfibios el género *Lithobates* sp. da como resultado 13 avistamientos.



**Figura 82.** Registro de anfibios y reptiles durante monitoreo de herpetofauna. Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II. II trimestre 2018.

Durante el trimestre se registraron individuos en los cuatro sitios de monitoreo, siendo el transecto de la quebrada El Yugo el sitio con mayor avistamientos reportando un total de 45 (Figura 83). Este transecto es paralelo a la quebrada El Yugo que es un cuerpo de agua con vegetación en ambos márgenes y rocas expuestas. Este resultado se ha presentado a lo largo de los monitoreos de herpetofauna en el AP, lo cual es un dato bastante importante en cuanto a la conservación de estos ecosistemas y su importancia para la herpetofauna.



**Figura 83.** Cantidad de individuos registrados en los transectos de monitoreo, Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II. II Trimestre, 2018.

En general, la especie con mayor registros es la lagartija *Norops oxylophus*, que registra un total de 27 avistamientos esta especie es semiacuática que vive asociada a quebradas, es común observarlos en las piedras y la vegetación baja muy cercana al agua (Figura 84).



**Figura 84.** Observación de pareja de *N. oxylophus* en monitoreo nocturno Qb. Yugo, Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II. Abril, 2018.

Se registran dos especies de ranas de vdrio, *Sachatamia albomaculata* (N=5) y *Cochranella granulosa* (N=1) todos los individuos fueron observados en la Qb. Yugo. La primera registrada mas veces que *C granulosa*.

La rana *C granulosa* no se encuentra bajo ninguna categoría de conservación. Esta especie es de comportamiento nocturno y arborícola, se alimenta principalmente de insectos. Sus hábitats naturales corresponden a quebradas con vegetación riparia densa, colgando sobre el agua. En la Figura 85 se muestra un individuo de la rana *C granulosa* observada en la quebrada el Yugo.



**Figura 85.** Avistamiento de la rana de vidrio (*C. granulosa*) durante monitoreo nocturno. Qb. Yugo, Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II. Abril, 2018

#### a) Capacitaciones herpetofauna.

Se llevó a cabo una charla sobre serpientes dirigida al personal de Gestión de Residuos. El Centro de acopio es el segundo lugar registra mayor cantidad de serpientes rescatadas superado por los talleres por un individuo (Cuadro 17). Por lo tanto, es importante retomar las charlas con el personal que se conoce está expuesto a este grupo en sus frentes de trabajo.

**Cuadro 17.** Charlas impartidas al personal de Proyecto durante el II trimestres del 2018.

Tema de la charla	Personal	Cantidad de asistentes
Generalidades de las serpientes de Costa Rica	Manejo de residuos	4

En la siguiente figura (Figura 86) se observa al personal del Centro de acopio recibiendo información relacionada a la charla de serpientes, en donde se realiza la comparación de una serie de características morfológicas que permiten reconocer una serpiente venenosa, así como los números telefónicos para reportar animales en frentes de trabajo.



**Figura 86.** Charla sobre serpientes venenosas al personal de Gestión de residuos del Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II, junio 2018.

Por otra parte, el personal del C.S.R.G. realiza capacitación en el manejo y protección de fauna, esta actividad se detalla en la medida U2P#1.

**b) Diseño y Establecimiento de Rótulos de Señalización Vial y Reductores de Velocidad.**

Se da por finalizada la construcción de los cinco reductores de velocidad, medida completada en el informe presentado en diciembre 2015. En el periodo se ha dado mantenimiento a las estructuras (Figura 87).



Figura 87. Mantenimiento de reductor de velocidad.

**c) Rótulos de velocidad máxima**

Medida completada en el informe presentado en julio 2014 (Figura 88).



Figura 88. Rótulos de velocidad máxima instalados dentro del área del Proyecto.

## **Medida U2P N° 29. Ornitofauna y Mastofauna, Alteración del hábitat por eliminación de cobertura vegetal.**

### **a) Monitoreo de aves**

Las aves son un grupo muy fácil de monitorear debido a su canto y colores llamativos de algunas de ellas, sin embargo, existen recomendaciones que facilitan una mejor observación. La técnica que se utiliza para el monitoreo mensual de aves es la de Puntos de conteo a lo largo de transectos de 900m de longitud.

#### **• Conteo por puntos**

Dentro de los transectos se establecieron puntos de conteo que abarcan una superficie de 25 m de radio y separados 150 m uno de otro, marcados con cinta flaming color verde para establecer la ruta del mismo y para indicar que es el centro del punto (Figura 89). 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 20 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, ya que el tipo de ave y las actividades que realizan varía entre estaciones. 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, número de visita, observador (es). En cada observación se anotará: especie, número de individuos, sexo (macho, hembra, juvenil), registro visual o auditivo.

La observación e identificación de las aves se realizó 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.

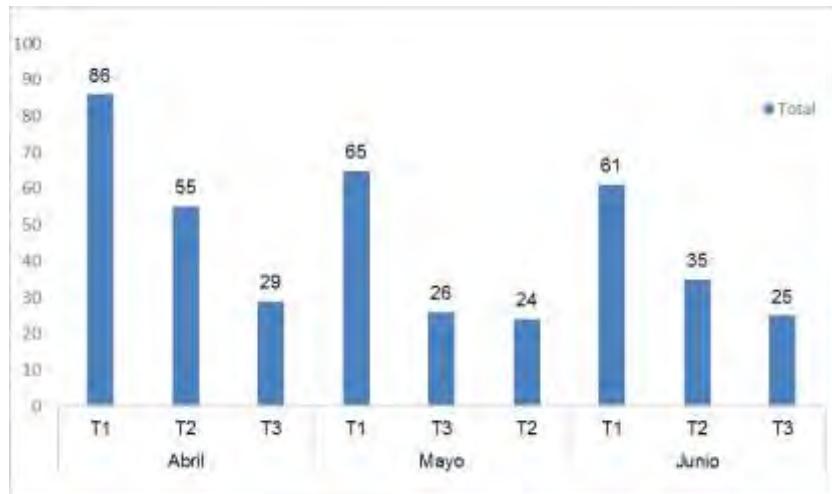


**Figura 89.** Ubicación de los puntos de conteo para el monitoreo de aves en tres transectos dentro del AP del PG Las Pailas II.

Se han identificado un total de 406 individuos distribuidos en 61 especies de 31 familias en los tres meses correspondientes al II Trimestre del 2018.

En la siguiente figura (Figura 90) se observa la cantidad de aves que se identificaron en cada sitio de monitoreo. En abril se registró un alto número de individuos y a como se fueron incrementando las lluvias, la cantidad de registros bajó. Cuando se presentan las condiciones climáticas como las mencionadas anteriormente la observación de aves disminuye.

El Transecto 1 fue el sitio donde se observó la mayor cantidad de individuos en los tres meses de monitoreo con un total de 170 de los 406 registros.



**Figura 90.** Registros del II trimestre del 2018 de cantidades de aves identificadas mediante puntos de conteo en transectos de monitoreo.

La especie con mayor avistamiento es la lora (*Amazona albifrons*) con 47 registros, esta especie pertenece a familia (Psittacidae) que alberga a las loras, pericos y guacamayas, El toledo (*Chiroxiphia linearis*) registra 36 individuos y la urraca (*Calocitta formosa*) en esa ocasión 30 observaciones.

En la Figura 91 se observa personal de biología realizando el monitoreo de aves y un individuo de (*C. formosa*).



**Figura 91.** Monitoreo de aves, abril 2018.

En cuanto al estado de conservación de las aves, especies de la familia Psittacidae se encuentran dentro del Apéndice I de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestre). En el caso de *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. 32633-MINAE, sin embargo, Globalmente está catalogada por la UICN como especie de preocupación menor (LC).

## b) Monitoreo de mamíferos

### Mamíferos terrestres

#### ▪ Transectos

Es 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.

Para el monitoreo, se realizan recorridos mensuales de las 08:00 horas a 15:00 en los tres transectos establecidos (Figura 92) en busca de cualquier tipo de indicio (huellas, heces, madrigueras, entre otros), ya que, muchas especies siguen cierto patrón de distribución y comportamiento en las áreas naturales y se perturban fácilmente con la presencia humana, por lo tanto, su observación directa es difícil. Adicionalmente, se realiza un recorrido nocturno en cada transecto que da inicio a las 18:00 y finaliza a las 21:00.

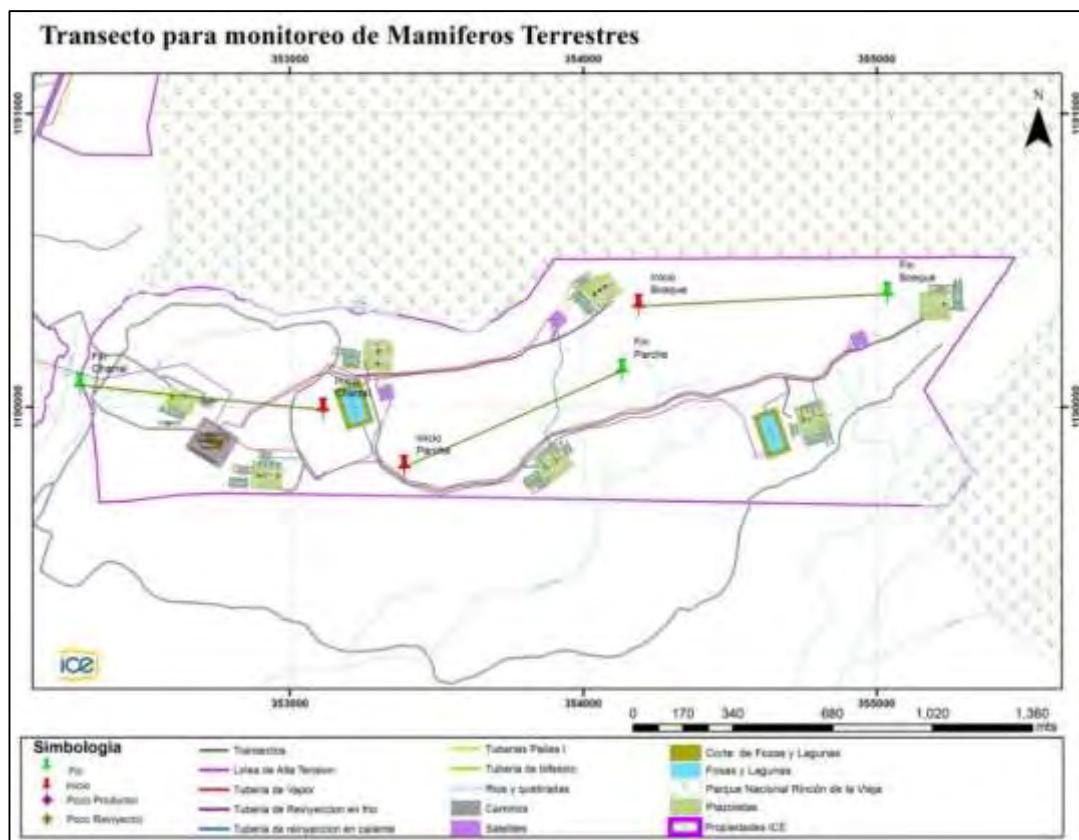


Figura 92. Transectos para el monitoreo de mamíferos terrestres.

#### ▪ Foto-trampeo

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 tres cámaras trampas marca Bushnell Trophy Cam 8 megapíxeles de visión nocturna en cada transecto, 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 (Figura 93).



**Figura 93.** Colocación de cámaras trampa para monitoreo de mamíferos terrestres. Junio, 2018.

Las cámaras se programan para que trabajen las 24 horas del día durante 15 días consecutivos y para tomar una secuencia de tres 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 2 m de largo y dos candados. Las cámaras 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 94).



**Figura 94.** Cámaras trampa utilizadas para el monitoreo de mamíferos.

Por el método de fototrampeo se identificó un total de 14 especies agrupadas en 12 familias, dentro de las cuales se tienen registros de tepezcuintle (*Cuniculus paca*), saíno (*Pecari tajacu*), Puma (*Puma concolor*), manigordo (*Leopardus pardalis*), danta (*Tapirus bairdii*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), Tolomuco (*Eira barbara*) entre otras.

La danta es una especie de talla grande que se reporta constantemente en los sitios de monitoreo y alrededores del AP cerca de Parque Nacional Rincón de la Vieja. En lo que respecta a su estado de conservación, 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 (LC) (Figura 95).



**Figura 95.** Registro de Dantas (*T. bairdii*) en monitoreo de mamíferos mediante cámaras trampa. Junio, 2018.

Las especies medianas que se han identificado por medio de cámaras trampa permiten determinar que el área de proyecto dispone de hábitats o recursos que son utilizados por estos individuos, los cuales representan una importante función en el ecosistema y en la cadena trófica. Lo que corresponde a la familia Felidae, se registran dos especies: manigordo (*L. pardalis*) y puma (*P. concolor*).

El manigordo (Figura 96) es una especie de felino de tamaño mediano, más pequeño que el puma y se alimentan de mamíferos pequeños y aves. 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 como mascota y pieles y la matanza en represalia por depredación. En general los mamíferos son un grupo que se ve fuertemente afectado por distintos procesos antrópicos.



**Figura 96.** Registro de Manigordo (*L. pardalis*) en monitoreo de mamíferos mediante cámaras trampa. Mayo 2018.

### 1.9.2 Encuentros visuales

Por el método de encuentros visuales se registran 46 individuos pertenecientes a 10 especies. De las especies que se registraron están las tres especies de primates el mono cara blanca (*Cebus imitator*), el mono congo (*Alouatta palliata*) (Figura 97) y el mono araña (*Ateles geoffroyi*) y son a su vez las que registraron mayores avistamientos.

El mono araña es altamente frugívoro y se alimenta en gran medida de las partes maduras, suaves de una amplia variedad de frutas, que comprenden el 83% de su dieta. En nuestro país el mono araña y el mono congo están considerados en peligro de extinción y protegidos y regulados por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 32633-MINAE. Asimismo, están incluidos en el Apéndice I del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES). En el Apéndice I de CITES se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales. De las tres especies, el mono araña es la única que está catalogada por la UICN como especie en peligro de extinción.



**Figura 97.** Mono cara blanca y pareja de monos congo observados durante monitoreos diurno. Abril, 2018.

Por otra parte, se registra por primera vez mediante encuentro directo un caucel (*Leopardus wiedii*) durante uno de los recorridos nocturnos (Figura 98), esta especie es común observarla en los recorridos nocturnos ya que su comportamiento es nocturno y arborícola. Su tamaño lo hace fácil observable ya que es bastante grande y se caracteriza por presentar la parte ventral color blanca.

En nuestro país *L. wiedii* es una especie con poblaciones en peligro de extinción y 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. Asimismo, está incluida en el Apéndice I del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) y Globalmente está catalogada por la UICN como especie casi amenazada (NT). En el Apéndice I de CITES se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales.



**Figura 98.** Registro de Caucel (*L. wiedii*) en monitoreo nocturno de mamíferos, abril 2018.

#### Ratones

##### ▪ **Trampas Sherman**

Para el monitoreo de ratones se utilizaron trampas plegables Sherman. Estas trampas son cajas de forma rectangular, livianas, plegadizas y de aluminio o lámina galvanizada. En el centro de la base del piso tienen una lámina que al presionarse acciona un sistema de resorte que cierra la puerta de entrada de la trampa, de manera que el animal queda atrapado sin sufrir daños.

Mensualmente se colocan 10 trampas en cada uno de los transectos de monitoreo y se trata de abarcar los diferentes microhábitats. Las trampas trabajan cuatro noches y se revisan todos los días en la mañana. En esta revisión se retiran los individuos capturados, se cambia el cebo y se coloca la trampa nuevamente en el mismo sitio. Si se captura una especie distinta de la que se buscaba (anfibio, ave, etc.) se procede cuidadosamente a liberarlo en el mismo sitio de captura y luego volver a colocar la trampa, si ésta está sucia por orina o excretas, se procede a colocarla en una bolsa para lavarla y colocarla posteriormente.

Durante el trimestre se realizó la captura de cuatro individuos pertenecientes a dos especies *Sigmodon hirsutus* y *Liomys salvini* (Figura 99) todos ellos encontrados en el transecto 1, donde predominan charrales con árboles dispersos.

La mayoría de los ratones que se han capturado se han hecho en el transecto 1. Según la literatura, la presencia de ratones es común en pastizales con presencia de arbustos y en áreas agrícolas. El ratón *S. hirsutus* (especie más abundante) es principalmente activa durante el día, se alimenta de hongos, algunas semillas e insectos.



**Figura 99.** Toma de datos para la identificación de ratones.

#### Mamíferos voladores

Los murciélagos son un grupo de mamíferos de hábitos nocturnos, salen de sus refugios al atardecer, y recorren el bosque en busca de alimento, parejas, entre otros y regresan a sus refugios antes del amanecer, donde permanecerán descansando todo el día. Por lo anterior, la captura de estos individuos es nocturna.

##### ▪ **Redes de Nieblas**

La mejor forma de capturar murciélagos es mediante redes de niebla, las cuales se colocan de manera sistemática, paralelas a fuentes de agua, transversal a los accesos, en áreas abiertas y en las entradas de las cuevas o parches de bosque.

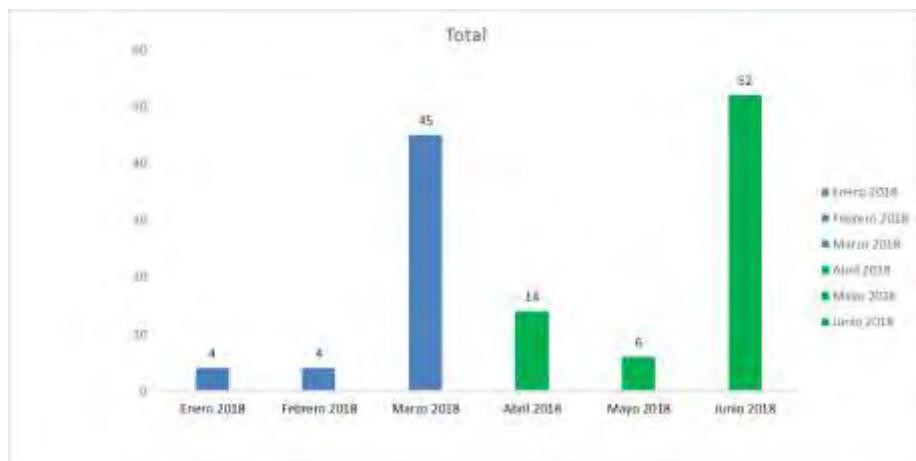
Se utilizaron redes de niebla de 2,6 x 12m en poliéster negro, maya de 38mm en cuatro niveles. Se colocan en sitios ubicados en los accesos a los sitios de obra o en áreas cercanas a las obras, las redes están activas desde las 18:00 a las 21:00 horas, con una frecuencia de muestreo de dos redes por sitio una noche al mes, lo que da como resultado dos noches de muestreos con un total de 4 redes bimensuales. Durante la captura de murciélagos, se conoce que los mejores rendimientos se obtienen en condiciones de luz tenue y en ausencia de vientos, lluvias, neblina y otros fenómenos que delatan con mayor facilidad la presencia de las redes.

Cada individuo capturado por la red es retirado, colocado en bolsas de tela respirable y posteriormente identificado a nivel de especie, además, se registraron datos como: sexo,

peso y medida del antebrazo y medida de la tibia para posteriormente ser liberado. Todos los individuos son marcados con esmalte para uñas para controlar las recapturas.

Para la identificación de este grupo se utilizó la clave dicotómica de Timm R, La Val R y Rodríguez B. 1999. Clave de Campo para los Murciélagos de Costa Rica y la guía de campo Murciélagos de Costa Rica / Costa Rica Bats (English and Spanish Edition) de R LaVal, B Rodriguez.

Se efectuaron tres monitoreos en el cual se identificó un total de 125 individuos pertenecientes a ocho especies. En este caso, el registro de murciélagos supera el trimestre anterior, tal y como se observa en la siguiente figura (Figura 100).



**Figura 100.** Cantidad de individuos capturados mensualmente durante el 2018.

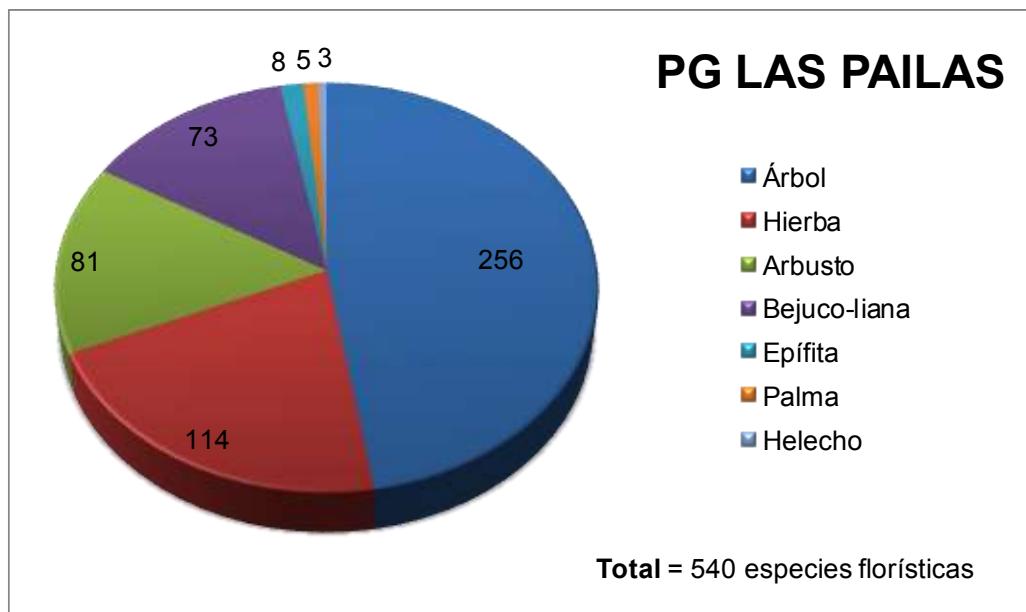
En la siguiente figura (Figura 101) se muestra la captura del murciélago Artibeo jamaiquino (*Artibeus jamaicensis*). Este murciélago es una de las especies grandes que hay en Costa Rica y su figura es regordete, se alimenta generalmente de frutos, polen e insectos, algunas características distintivas son sus rayas faciales, pero en algunas ocasiones no están tan marcadas y su hocico es corto y ancho.



**Figura 101.** Captura del murciélago (*A. jamaicensis*). Junio, 2018.

Se ha venido trabajando en el registro de especies florísticas en el Campo Geotérmico Las Pailas (árboles, arbustos, hierbas, palmas, bejucos-lianas, epífitas, acuáticas, helechos), las cuales han sido integradas a la base de datos de composición florística, así como al registro fotográfico de las mismas.

Se efectúan recorridos dentro del área de campo geotérmico (incluye Pailas I y Pailas II), durante el cual se realiza una identificación taxonómica de campo (*ad libitum*), asociada al registro por escrito de cada una de las especies encontradas y la descripción de la asociación vegetal existente. Hasta la fecha, mediante este proceso se han registrado un total de 539 especies florísticas, correspondientes a diferentes hábitos, principalmente árboles, hierbas, arbustos y bejucos-lianas (Figura 102).



**Figura 102.** Cantidad de especies florísticas según tipo de hábito registradas en el Campo Geotérmico Las Pailas. Junio 2018.

**Medida U2P N°30. Ornitofauna y Mastofauna, cambios en la diversidad.**

**1. Rutas de Paso de Fauna en los Caminos y Tuberías dentro del AP**

**a) Rutas de pasos de fauna en caminos**

Con el objetivo de identificar zonas de paso de fauna terrestre se recolectó información desde octubre del 2013 hasta abril del 2014 mediante la búsqueda directa de los individuos, búsqueda intensiva de huellas entre otros indicios y mediante la instalación de cámaras trampa (Figura 103).

A partir de estas observaciones se lograron determinar pasos de algunos mamíferos como pizote (*N. narica*), danta (*Tapirus bairdii*), saíno (*P. tajacu*), venado (*O. virginianus*), tepezcuíntle (*C. paca*) y puma (*P. concolor*).

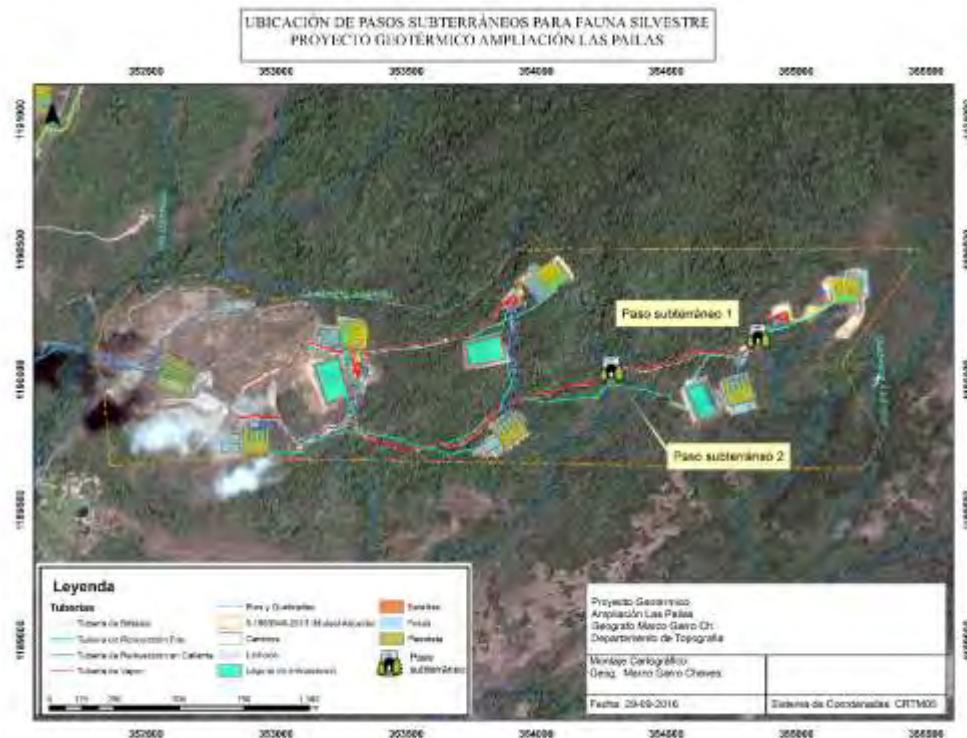


**Figura 103.** Indicios de fauna encontrados para determinar rutas de paso de mamíferos terrestres.

Con la información obtenida de los avistamientos de mamíferos, se establecieron los sitios para la ubicación de los rótulos de señalización vial de 25 KPH (medida 28, incluida en el informe “Diseño y Establecimiento de Rótulos de Señalización Vial y Reductores de Velocidad”).

#### *Pasos subterráneos para fauna.*

Se da por finalizada la construcción de los pasos subterráneos para fauna dentro del Área de Proyecto en el tramo que comunica la PL-16 con la PL-13 y el segundo paso se ubica cerca de la quebrada el Yugo (Figura 104). Estos túneles son un medio de mitigación de los impactos de las carreteras los cuales comunican parches de bosque secundario que se encuentran en el borde del camino.



**Figura 104.** Ubicación de los pasos subterráneos dentro del Proyecto.

La construcción de estas estructuras viene a minimizar el impacto de la carretera en fauna. Algunos de estos impactos son el efecto barrera, el cual restringe el movimiento (permeabilidad) y conectividad de las poblaciones; daños y mortalidad a la fauna (heridos o atropellados) provocando impactos significativos en las poblaciones de las especies.

Actualmente se realiza el monitoreo de la efectividad de ambos pasos mediante el uso de cámaras trampa y búsqueda de huellas en la entrada de los túneles. No existe un plan de monitoreo como tal, pero se trata de mantener las cámaras activas por 15 días mínimo y se programan en modo cámara y modo video.

### Resultados

En el trimestre se registran cinco especies haciendo uso de ambos pasos subterráneos. La especie que más se registra es el tepezquintle (*Cuniculus paca*) el cual es común en ambos pasos (Figura 105 y Figura 106).



**Figura 105.** Evidencia de un tepezcuintle (*C. paca*) utilizando el paso subterráneo N°1.  
Abril, 2018.



**Figura 106.** Evidencia de un tepezcuintle (*C. paca*) utilizando el paso subterráneo N°2  
Yugo. Mayo, 2018.

La respuesta de la fauna ha sido satisfactoria, desde que iniciaron los monitoreos de efectividad de los pasos subterráneos se han obtenido registros de especies utilizando ambas estructuras. A la fecha, se llevan registradas 12 especies de mamíferos y dos especies de reptiles, algunos mamíferos son: el manigordo (*L. pardalis*), el zorro de cuatro ojos (*Philander opossum*), el zorro pelón (*Didelphis marsupialis*), tepezcuintles (*C. paca*) y conejo de monte (*S. floridanus*).

**b) Rutas de paso de fauna arborícola.**

A partir de octubre del 2013 se realizaron recorridos para determinar rutas de paso de fauna arborícola. El resultado fueron tropas de tres especies de monos como: mono carablanca (*C. imitator*), mono araña (*A. geoffroyi*) y mono congo (*A. palliata*).

Para mantener la conectividad en estos sitios identificados, se han realizado diferentes estrategias. Se procuró mantener la conectividad evitando cortar algunos de los arboles fundamentales para el paso natural de fauna y se diseñaron y colocaron puentes o pasos aéreos en los sitios identificados.

En septiembre del 2017 se da por finalizada la construcción de los puentes aéreos con un total de 10 estructuras tanto dentro del Área de Proyecto como en las áreas de influencia directa. Actualmente se realiza el monitoreo de la efectividad de los puentes mediante el uso de cámaras trampa y observación directa. A la fecha los resultados han sido satisfactorios (Figura 107).



**Figura 107.** Ubicación de pasos aéreos para fauna.

## Monitoreo

El monitoreo de los pasos aéreos consiste en realizar recorridos por los sitios donde se ubica cada estructura, además, se consulta al personal que labora cerca de estos sitios si han observado presencia de monos o algún tipo de fauna utilizando los pasos y adicionalmente se colocan cámaras trampa en uno de los árboles que sujetan dichas estructuras, sin embargo, para en el trimestre no se pudieron colocar cámaras.

Mediante recorridos no se reportaron avistamientos de animales utilizando los pasos, pero mediante cámaras se pudo evidenciar que monos carablanca y zorro de balsa si utilizaron dicha estructura, en la siguiente figura (Figura 108) se observan ambas especies. A la fecha se tienen registradas siete especies que han utilizado los pasos aéreos.



**Figura 108.** Mono carablanca (*C. imitator*) y zorro de balsa (*Caluromys derbianus*) utilizando uno de los puentes para fauna arborícola. Junio, 2018.

En el siguiente cuadro (Cuadro 18) se incluye el registro de las especies que han utilizado los pasos para fauna correspondientes al periodo: abril, mayo y junio de 2018.

**Cuadro 18.** Registro de fauna que utiliza los pasos subterráneos y aéreos. II Trimestre 2018, Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II.

Especie	Paso aéreo	Paso terrestre
<i>C. imitator</i>	X	
<i>C. derbianus</i>	X	
<i>Ctenosaura similis</i>		X
<i>C. paca</i>		X
<i>L. pardalis</i>		X
<i>Nasua narica</i>		X
<i>Philander opossum</i>		X
<i>Dasyprocta punctata</i>		X
<i>Didelphis marsupialis</i>		X

## 2. Rotulación en vías de accesos.

### a) Rótulos de Prevención de fauna en la vía.

Medida completada en el informe presentado en Julio 2014 donde se mencionan los detalles de los trabajos (Figura 109).



**Figura 109.** Colocación de rótulos preventivos sobre la presencia de fauna en la vía  
Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II.

### 3. Fauna atropellada.

Durante el trimestre no se reportan animales atropellados.

### Medida U2P Nº 31. Ornitofauna y Mastofauna, modificación de hábitos alimenticios.

#### Monitoreo del efecto del ruido.

El objetivo de este monitoreo es generar información sobre cómo el ruido producto de las obras constructivas del Proyecto influye en la presencia y abundancia de las especies de aves y mamíferos que ocurren en los alrededores de las obras (Figura 110). Bimensualmente se realizan las mediciones de ruido en conjunto con el monitoreo de aves, además, se realiza monitoreo de mamíferos terrestres mediante recorridos diurnos, nocturnos y fototrampeo.



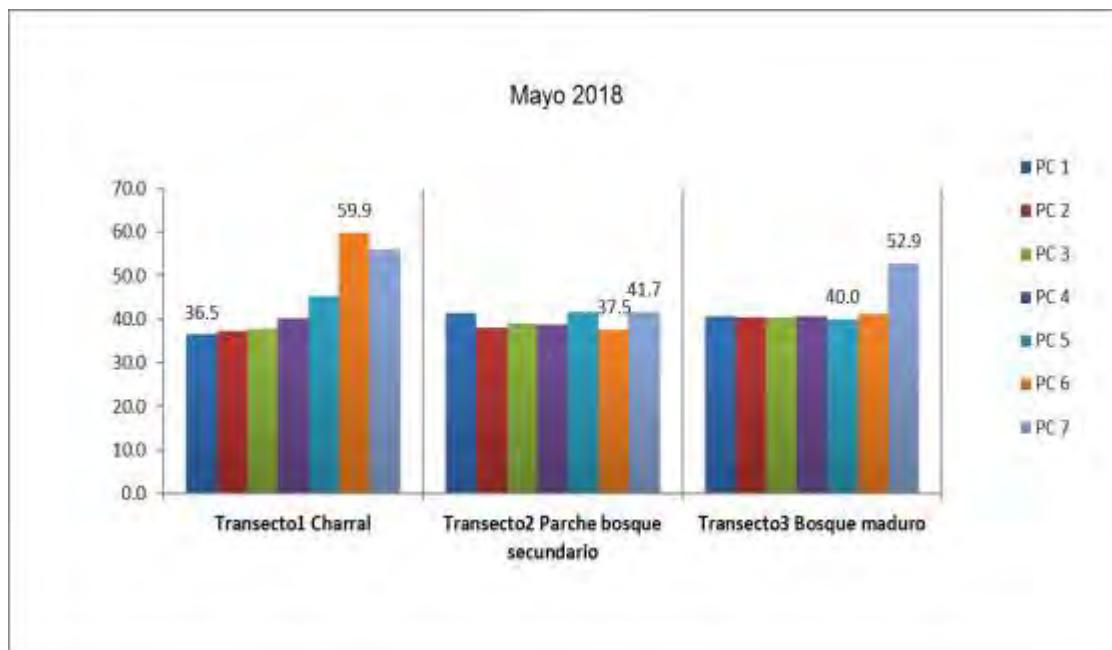
**Figura 110.** Mediciones de ruido efectuadas dentro del Proyecto. Mayo, 2018.

En la Figura 111 se presentan los promedios de las mediciones de ruido en los siete punto de los tres transectos de monitoreo correspondientes a mayo. Se observa que los tres sitios pudieron ser evaluados, no hubo impedimentos como en otros meses.

Se observa que los niveles de ruido promedios del T1 son muy similares del PC 01 al PC 04 (dicho sea de paso, son valores bajos) y se eleva en el PC 06. El PC 06 está ubicado al lado de uno de los accesos por donde circula maquinaria y vehículos del Proyecto, aunado a eso, la hora en que se tomaron los datos indican que el valor pudo estar influenciado por el paso de vehículos.

En el caso del T2, los valores son semejantes en los siete puntos de monitoreo, los datos oscilan entre los 37 y los 41Dd.

Por otra parte, el T3 registra datos como en el T1. Los valores son semejantes del PC 01 al PC 06, incrementándose en el PC 07 muy cerca de la PL-13 y en un área que como se ha mencionado en otras ocasiones, el ruido que se percibe es por el viento.



**Figura 111.** Medición de los niveles de ruido en puntos de conteo para monitoreo de aves durante mayo 2018.

## Rótulos Informativos

Medida completada en el informe presentado en septiembre 2014 donde se mencionan los detalles de los trabajos (Figura 112).



**Figura 112.** Rótulos instalados en el Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II.

Como parte de la investigación para determinar los posibles efectos de la alteración del ruido ambiental sobre poblaciones de aves y mamíferos en los campos geotérmicos, se priorizaron esfuerzos en identificar las áreas críticas donde el ruido podría tener mayor influencia e identificar los posibles impactos, así como los grupos que podrían estar siendo afectados en mayor medida. Los principales estudios realizados no ayudan a concluir tres aspectos importantes:

- Se establece una zona crítica de afectación por alteración del ruido ambiental de 75 metros alrededor de plazoletas de perforación profunda durante las maniobras de perforación.
- La afectación principal se podría estar generando en un área de 50 metros alrededor de plazoletas de perforación profunda durante las maniobras de perforación, por los rangos de frecuencia en los que se transmite el sonido.
- El grupo que podría estar siendo afectado directamente por la alteración del ruido ambiental son las aves.
- Los mamíferos voladores no estarían siendo afectados directamente por la alteración del ruido.

Se considera necesario realizar un estudio específico para dimensionar la magnitud de efecto que se podía estar generando sobre las aves y se recalca la importancia que tiene el estudio de la bioacústica en el estudio de dichos efectos. Dicho estudio se encuentra en el Anexo 5.

El Plan de manejo integral de Residuos Sólidos establece una metodología que no permite prácticas que propicien el acceso de fauna silvestre a los residuos sólidos ordinarios. Durante el periodo, se impartieron 2 charlas de inducción a 7 nuevos colaboradores ICE y 6 charlas de inducción a 6 nuevos contratistas donde se les indica esa prohibición al personal tanto de la institución como contratistas (Figura 113).



**Figura 113.** Charla de Inducción donde se indica la prohibición de alimentar animales.

Para evitar que los residuos orgánicos que no pueden ser aprovechados en la Planta de Compostaje sean extraídos por los animales silvestres, se cubren con una capa de tierra en el relleno sanitario con el que cuenta el proyecto.

Durante este periodo se están finalizando las obras de ampliación de la fosa que se utiliza como relleno sanitario, esto siempre con visto bueno mediante una nota otorgada por el Ministerio de Salud donde permite dicha actividad siempre y cuando se cumpla con los requisitos de manejo de gases y lixiviados generados en un relleno sanitario (Figura 114 y Figura 115)



**Figura 114.** Ampliación del Relleno Sanitario del Proyecto Geotérmico Pailas.



**Figura 115.** Nota del Ministerio de Salud sobre Relleno Sanitario del Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II.

**Medida U2P N°32 Ornitofauna y Mastofauna, mortalidad de aves y mamíferos por electrocución.**

**Monitoreo de la eventual afectación de la Línea de Transmisión (LT) a la migración de aves en el AP.**

**Instalación de dispersores para aves**

Los dispersores de aves son dispositivos en forma de espiral con colores llamativos, su función es permitirles a las aves esquivar la estructura eléctrica. Con esto se pretende evitar la muerte por colisión de aves tanto migratorias como residentes que se han identificado en los alrededores de la Línea (Figura 116).

Se da por finalizada la instalación de los dispersores en la Línea de Transmisión.



**Figura 116.** Dispersores para aves instalados en LT.

Una vez construida la Línea y colocados los dispersores de aves, se realizan recorridos bisemanales a largo de la ruta de la LT para detectar la presencia de aves que hayan colisionado con el tendido eléctrico. A la fecha no se han identificado aves lesionadas o muertas debajo de la Línea (Figura 117).



**Figura 117.** Recorridos en ruta de la Línea de Transmisión, mayo 2018.

#### **Monitoreo de la eventual afectación de la Línea de Distribución (LD) en la fauna arborícola.**

Se da por concluida la colocación de láminas antiescalamiento en los anclajes de los postes de LD del Proyecto. Estas estructuras se colocaron en todos los anclajes de los postes de la Línea de Distribución dentro del Área de Proyecto y las líneas eléctricas en la carretera principal al Proyecto y hacia el PNRV.

Las láminas antiescalamiento (Figura 118) son dispositivos creados para evitar que la fauna silvestre escale a través de los anclajes de los postes y así minimizar la muerte por electrocución de mamíferos arborícolas, por ejemplo: zorros, martillas, osos perezosos, osos hormigueros, entre otros.



Figura 118. Láminas antiescalamiento.

**Medida U2P N°33. Herpetofauna, Ornitofauna, Mastofauna e Insectos, afectación por luminarias.**

#### **Monitoreo del efecto de las luminarias**

El objetivo de este monitoreo es determinar las repercusiones o el efecto por la utilización de luz artificial a los insectos en el Proyecto Geotérmico Las Pailas II, además se pretende determinar e identificar si existe alguna especie o grupo mayormente atraído por las fuentes artificiales de luz en el PG Pailas II, específicamente en la Casa de Máquinas, recabar datos de diversidad y abundancia de insectos para determinar si sus poblaciones están siendo impactadas por el tipo de iluminación utilizada en el AP.

El monitoreo inicia a las 18:00 y concluye a las 21:00, se coloca una manta blanca de 2x2 m con un sistema de luces que consta de: una extensión de dos bombillos de 20 watts que reciben corriente mediante un inversor de corriente eléctrica y dos baterías de 7 amperios para un monitoreo de aproximadamente 4 horas, la manta se revisa cada 15 minutos y se identifican los individuos a nivel de orden para determinar abundancia de grupos que son atraídos por las luces y a nivel de familia de ser posible, para determinar si alguna especie o familia está siendo mayormente afectada (Figura 119).



**Figura 119.** Recolecta de insectos atraídos por las luces artificiales instaladas en los alrededores de la Casa de Máquinas. Mayo, 2018.

### **Resultados Casa de Máquinas Pailas II**

Se efectuó un monitoreo de insectos en mayo. En general, la presencia de insectos fue baja y se registran pocos individuos de los órdenes Lepidoptera, coleoptera, diptera y hemiptera. A pesar de que el monitoreo se efectuó en mayo, no se observaron muchos coleópteros como era de esperarse.

### **Resultados Plazoletas Pailas II**

Los estudios realizados sobre los sistemas de iluminación de los equipos de perforación profunda con el fin para determinar sus posibles efectos sobre los insectos han permitido grandes avances en el tema.

Mediante el seguimiento en campo se lograron realizar acciones como a una mejor distribución y ubicación de las luminarias para disminuir los efectos sobre los insectos, estudios de luminosidad y temperatura de luz permitieron grandes avances en identificación de luminarias con una menor atracción para los insectos y complementariamente, optimizando la seguridad del personal que labora en los equipos de perforación.

Gracias a estudios de campo se ha realizado un cambio paulatino en los sistemas de iluminación hacia equipos electrónicos tipo LED de tonalidad amarilla que reduce la atracción de insectos cerca de un 78% y con niveles de temperatura de trabajo de hasta 50 °C menores a lo que se utilizaban, lo que ayuda a los insectos que son atraídos a tener una mayor posibilidad de volver al ambiente sin el riesgo de morir quemados.

Estos logros nos hacen asegurar que afectos negativos como la disminución de poblaciones de insectos y efectos indirectos como la atracción de depredadores de insectos a zonas de trabajo disminuyan considerablemente (Anexo 5).

## **Medida U2P N°34 Patrimonio, sitios arqueológicos.**

### **Supervisión movimientos de tierra.**

El domingo 13 de abril se realizó una supervisión de movimientos de tierra en un área donde se va a instalar un alcantarillado para conducir las aguas pluviales del sitio de obra Casa de Máquinas del PG Las Pailas Unidad II. La supervisión involucró una inspección preliminar sobre la superficie del terreno y el monitoreo en la remoción de tierra. En este proceso se logró descartar en superficie y subsuelo cualquier indicio o evidencia arqueológica, esto nos permite concluir que el desarrollo de esta obra no implicó afectación alguna al patrimonio arqueológico que contempla el Proyecto (Figura 120).



**Figura 120.** Canal para manejo de aguas Casa Máquinas Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II.

El 24 de mayo se realizó una supervisión de movimientos de tierra en un área donde se va a construir un camino de acceso a la tubería de soplado anexa a Casa de Máquinas del PG Las Pailas Unidad II. La supervisión involucró una inspección preliminar sobre la superficie del terreno y el monitoreo en la remoción de tierra. En este proceso se logró descartar en superficie y subsuelo cualquier indicio o evidencia arqueológica, esto nos permite concluir que el desarrollo de esta obra no implicó afectación alguna al patrimonio arqueológico que contempla el Proyecto (Figura 121).



**Figura 121.** Camino de acceso a tubería de soplado, Casa de Máquinas Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II.

**Tareas de divulgación sobre el patrimonio arqueológico en P.G. Pailas II.**

El jueves 31 de mayo se visitó el C.T.P. de Fortuna Bagaces, donde se brindó una charla a 24 estudiantes de turismo ecológico de quinto y cuarto año. La charla cumplió con el propósito de dar a conocer qué es la arqueología, la metodología empleada en campos geotérmicos y los resultados en las investigaciones realizadas en el proyecto Pailas Unidad II y Borinqueñ. Dicha actividad se orienta a las tareas de divulgación y proyección social del patrimonio arqueológico de los proyectos geotérmicos, esto con el fin de fomentar la identidad histórica cultural indígena en las comunidades del área de influencia.

El jueves 05 de junio se realiza una charla de divulgación de patrimonio arqueológico al personal ICE del Centro de Servicios de Recursos Geotérmicos (CSRG) donde se contó con la asistencia de colaboradores del área de gestión ambiental, ingeniería y administrativos. En esta charla se explicó principalmente el marco legal de la arqueología nacional, la importancia de su ejecución y se expusieron además los resultados de las investigaciones en el Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II (Figura 122).



**Figura 122.** Charla al personal C.S.R.G - ICE.

**Medida U2P Nº 35. Componente escombreras.**

Durante el periodo se trasladaron los troncos de árboles que estaban acopiados en el patio de madera hacia la superficie de la escombrera esto con el fin de realizar una especie de barrera alrededor de la misma y posteriormente se depositará una capa de tierra negra para realizar la siembra de árboles (Figura 123).



**Figura 123.** Traslado de troncos de árboles a la superficie de la Escombrera 1 para utilizarlos como barrera.

**Medida U2P Nº 36. Servicios Básicos, agua potable para consumo humano.**

Relacionado a la medida de construcción del Acueducto en la comunidad de Curubandé, se cuenta con los estudios de suelos, levantamientos topográficos, realización de aforos, permiso de captación de aguas emitido por MINAE, diseño hidráulico, diseño de los tanques de almacenamiento, toma agua, adquisición de materiales (válvulas y tuberías).

No obstante, se realizó una reunión de seguimiento con los funcionarios de AyA, entre los temas tratados: avance de Convenio AyA-ICE, obtención de servidumbre para la instalación de tubería de conducción y distribución del acueducto (responsabilidad del AyA).

La información relacionada al avance del Acueducto se replica en las reuniones de seguimiento comunal (Figura 124) con los diversos actores sociales de la comunidad de Curubandé, lo anterior como parte de las medidas establecidas en el Plan de Gestión Ambiental del Proyecto.



**Figura 124.** Reunión Comunal en Curubandé, II Trimestre 2018.

A finales del mes de mayo se realizó gira al sitio de la toma del Acueducto en la naciente el Yugo, en conjunto con personal encargado de campo, de topografía y la ingeniera responsable de la construcción de la Obra. durante los primeros días del mes de junio dieron inicio los trabajos de acceso al sitio de la toma y el pasado 11 de junio iniciaron los trabajos de preparación del sitio de acceso a la toma de agua (Figura 125).



**Figura 125.** Visita y construcción de acceso al sitio de la Toma Principal.

Actualmente se cuenta con la entrega oficial del diseño final del Acueducto por parte del Ingeniero Kerwin Campos Vargas mediante memorando del 28 de junio del presente 2018, a continuación, la Figura 126 muestra una imagen del mismo.



**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**

San José, Costa Rica

Apartado 1097-1200. Teléfono 2242-5317. [kcamposv@aya.go.cr](mailto:kcamposv@aya.go.cr)

**MEMORANDO**

**PARA:** Farrel Ruiz Pacheco

**FECHA:** 28 de junio del 2018

**Coordinador de Gestión Ambiental**

**Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II**

Firmado digitalmente

KERWIN ALONSO por KERWIN ALONSO

CAMPOS VARGAS

(FIRMA)

VARGAS (FIRMA) Fecha: 2018.06.28

13:44:56 -06'00'

**DE:** Kerwin Campos Vargas

**No. UEN-PC-2018-01118**

**UEN Programación y Control**

**ASUNTO: Entrega de planos constructivos, documentación técnica AyA-ICE.**

Por este medio hago entrega oficial de un juego de planos constructivos digital y en formato PDF, del proyecto "Ampliación y Mejoramiento del Acueducto de Curubandé".

Quedo atento por cualquier duda o comentario.

Saludos.

C:

Archivo

**Figura 126.** Oficio de entrega oficial del diseño final del Acueducto de Curubandé.

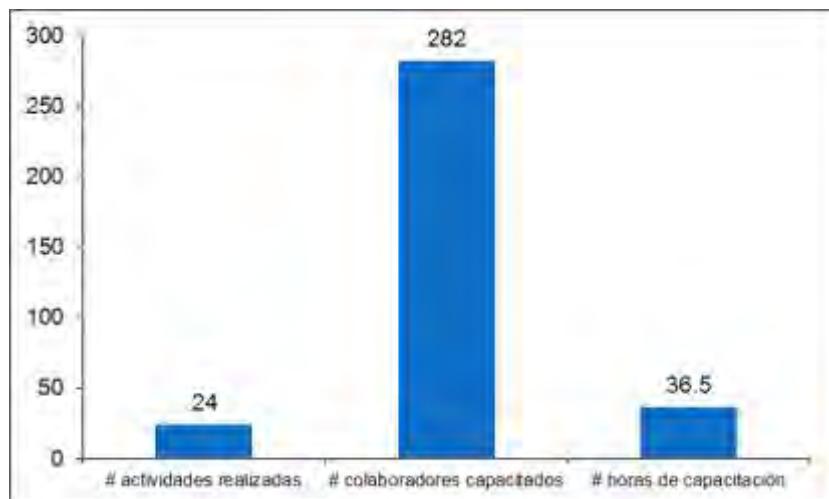
Actualmente el AyA tiene en sus manos el borrador del Convenio a firmar para la construcción del Acueducto y también está en el proceso de obtención de la servidumbre de paso para la Tubería en las propiedades de privados. Esto es requisito para poder colocar la Tubería del Acueducto en propiedades privadas.

## Medida U2P Nº 37. Condiciones de trabajo, Salud Ocupacional.

A continuación, se presentan los resultados de la gestión de Salud Ocupacional del Proyecto Geotérmico Las Pailas Unidad II, correspondiente al segundo trimestre del 2018.

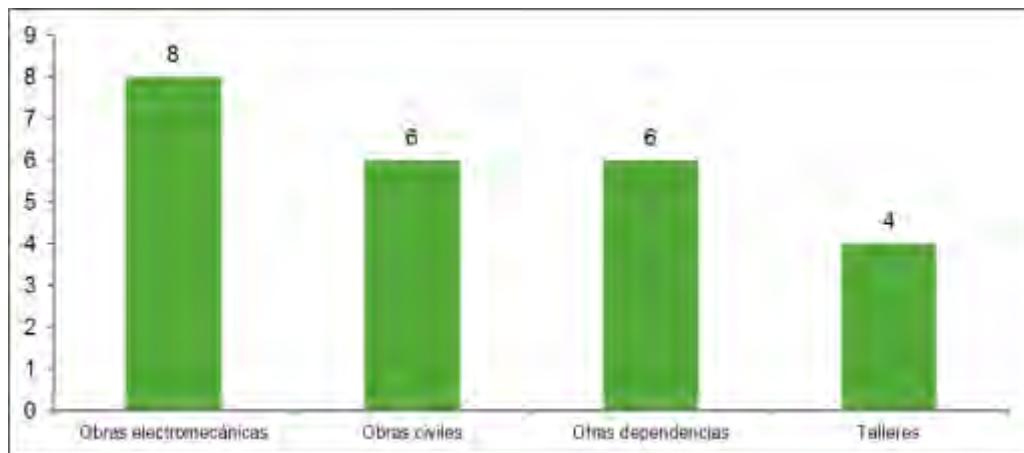
### 1. Formación y entrenamiento

En la Figura 127 se muestra el resultado de las capacitaciones efectuadas:



**Figura 127.** Actividades realizadas, horas de capacitación y colaboradores participantes, segundo trimestre 2018.

En el segundo trimestre del 2018, se invirtieron 36.5 horas de capacitación y se tuvo la participación de 282 colaboradores, para un total de 24 actividades. En la Figura 128 se muestran las capacitaciones brindadas por proceso, de acuerdo con dicha figura, las mayores necesidades de capacitación se presentaron en personal de obras civiles y electromecánicas.

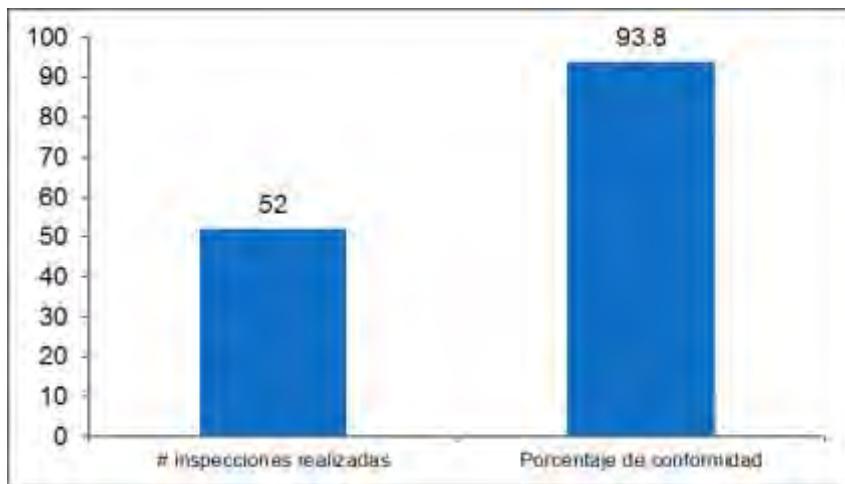


**Figura 128.** Distribución de capacitaciones por proceso, segundo trimestre 2018.

Las capacitaciones abarcaron temas como riesgo eléctrico, seguridad en la conducción de vehículos y maquinaria, técnicas de actuación segura en el trabajo, orden y limpieza, entre otros.

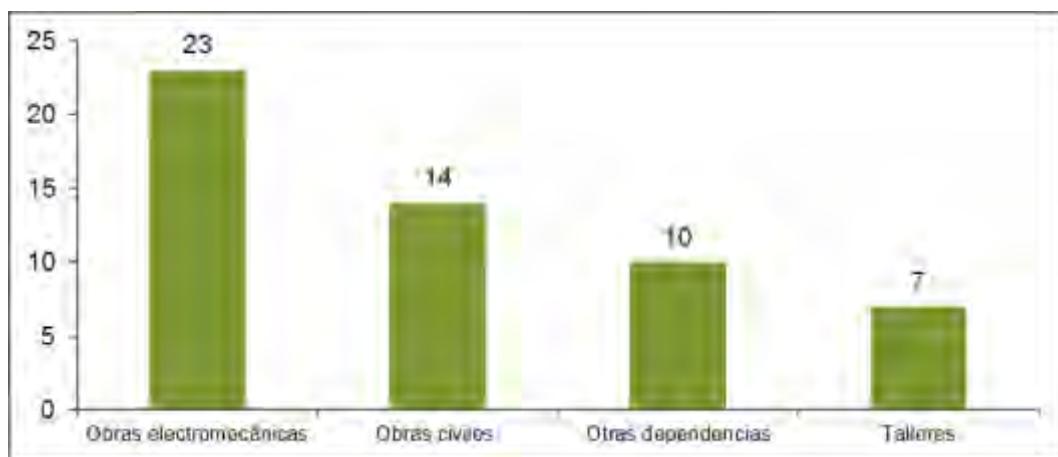
## 2. Inspecciones planeadas

En el segundo trimestre del 2018, se realizaron 52 inspecciones planeadas (Figura 129) en las cuales se detectó un 93.8% de conformidad respecto a los aspectos evaluados.



**Figura 129.** Inspecciones planeadas efectuadas y porcentaje de conformidad de aspectos evaluados, segundo trimestre 2018.

En la Figura 130 se muestra las inspecciones realizadas por proceso, entre los aspectos verificados se encuentran andamios, herramientas, orden y limpieza, maquinaria, ergonomía, elemento de izaje, entre otros.



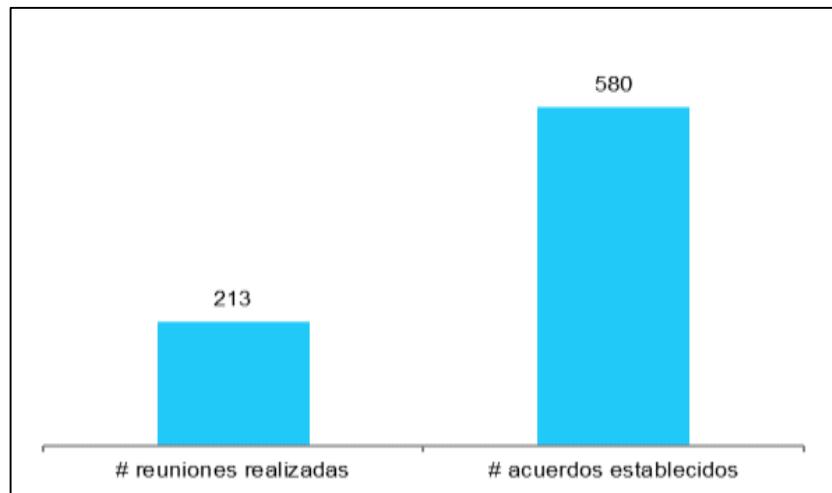
**Figura 130.** Inspecciones realizadas por proceso, segundo trimestre 2018.

## 3. Investigación y análisis de accidentes

Referente a la investigación y análisis de accidentes, durante este periodo ocurrieron 7 accidentes incapacitantes. Es importante mencionar que todos los accidentes fueron investigados con el fin de determinar las causas básicas e inmediatas, a partir de las cuales se elaboró un plan de acción para disminuir la probabilidad de recurrencia de los mismos.

#### 4. Reuniones de grupo

Tal como se muestra en la Figura 131, para el periodo evaluado se efectuaron 213 reuniones de grupo y 580 acuerdos de seguridad.

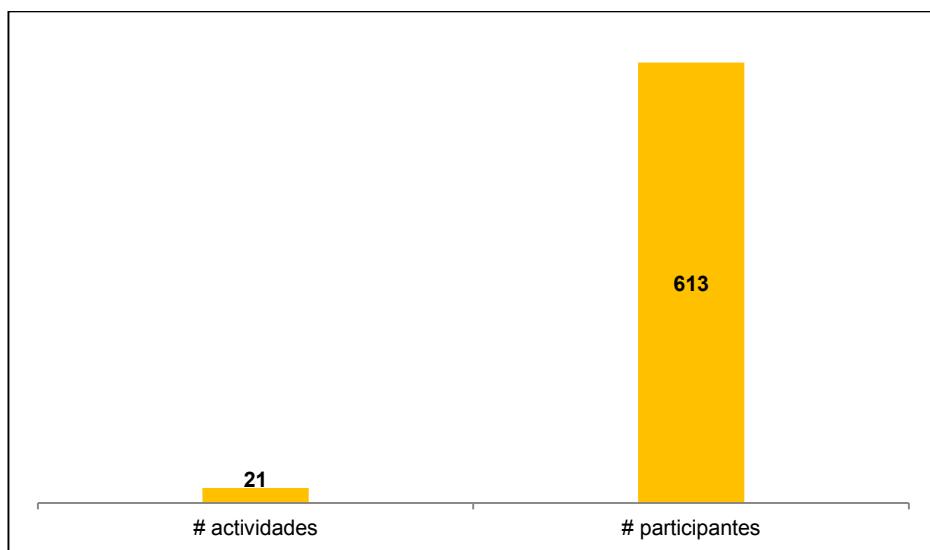


**Figura 131.** Reuniones de grupo efectuadas en el segundo trimestre 2018.

Las reuniones de grupo son un espacio donde se informa a los colaboradores de medidas de seguridad específicas aplicables a los procesos de trabajo, permiten reforzar aspectos preventivos de cada área.

#### 5. Promoción de salud y seguridad ocupacional

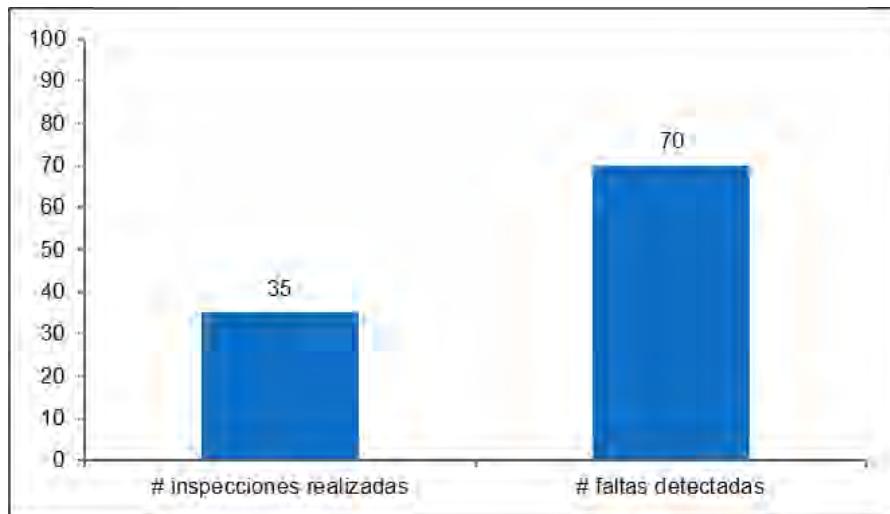
Se realizaron 21 actividades de promoción con una población acumulada de 613 colaboradores (Figura 132). Los temas reforzados corresponden a uso de extintores portátiles, hidratación, protección ocular, entre otros.



**Figura 132.** Actividades de promoción efectuadas en el segundo trimestre del 2018.

#### 6. Inspección de maquinaria alquilada

En el trimestre se realizaron 35 inspecciones de maquinaria alquilada, las cuales permitieron identificar 70 faltas (Figura 133).



**Figura 133.** Inspecciones de maquinaria alquilada, segundo trimestre 2018.

## 7. Gestión médica

Se brindaron 9 recomendaciones como parte de visitas médicas a las obras

Se realizaron 13 seguimientos de exámenes preliminares.

Se realizaron 52 controles biológicos programados.

Se desarrollaron un total de 36 actividades de promoción de salud.

Se realizaron 63 valoraciones de alcohol y 63 valoraciones de sustancias psicoactivas.

## 8. Muestreo de ruido ambiental

Para realizar el muestreo de ruido ambiental se seleccionaron los siguientes lugares, los cuales se encuentran dentro de la zona de influencia directa del Proyecto:

- Escuela de San Jorge.
- Escuela Rincón de la Vieja.
- Escuela de Curubandé.
- Casa de habitación Curubandé.
- Hotel Rincón de la Vieja Logde.

La medición Los resultados se presentan a continuación en el :

Cuadro 19 y Cuadro 20 :

**Cuadro 19.** Datos obtenidos en muestreo de ruido realizado el 27 de abril del 2018.

**Muestreo diurno (Proyecto laborando)**

Punto de medición	Hora de inicio	Hora de paro	LEQ-1 (dB)	Observaciones
Escuela Curubandé Portón	10:09	10:23	68.70	Ruido estable y continuo, se percibe paso de camiones, viento leve.
Escuela Curubandé Pasillo	10:26	10:41	65.80	Alumnos en clase, camión recolector de basura permanece encendido en frente de la escuela.
Casa Enid Patio	10:56	11:11	52.90	No se percibe paso de vehículos, sonidos de aves en patio de casa.
Casa Enid Calle	11:13	11:28	53.50	Se percibe paso de camiones.
Escuela San Jorge Pasillo	13:34	13:49	50.80	Viento leve, soleado, tránsito de vehículos, ruido estable y continuo.
Escuela San Jorge Portón	13:54	14:09	51.40	Viento leve, soleado, tránsito de vehículos, ruido estable y continuo.
Escuela Rincón de la V corredor	14:26	14:41	49.00	Viento leve, soleado, tránsito de vehículos, ruido estable y continuo.
Hotel Rincón Lodge Hab 20	15:00	15:15	40.30	Se realiza medición en habitación número 20 del hotel Rincón Lodge, ruido ambiental estable continuo.
Hotel Rincón Lodge Recepción	15:17	15:32	50.40	Ruido ambiental percibido por sonido de aves, se percibe alarmas audibles de maquinaria.
Parque Nacional Parqueo	09:08	09:23	47.90	Se perciben fuentes de ruido generadas por paso de busetas y vehículos en parqueo, las condiciones climáticas son viento leve y soleado, también se percibe trabajos en perforadora de Recursos Geotérmicos. Comportamiento de medición no hay presencia de picos ruido estable y continuo
Hotel Rincón Lodge Portón	10:01	10:16	49.20	Ruido ambiental percibido por sonido de aves, no hay presencia de picos en medición ( estable continuo )

**Cuadro 20.** Datos obtenidos en muestreo de ruido realizado el 27 de abril del 2018.

Muestreo nocturno (Proyecto laborando)				
Punto de medición	Hora de inicio	Hora de paro	LEQ-1 (dB)	Observaciones
Hotel Rincón Lodge Hab 34	20:01	20:16	40.30	Se realiza medición de ruido en habitación número 34 del hotel Rincón Lodge, ruido estable y continuo, no hay presencia de picos.
Hotel Rincón Lodge Recepción	20:26	20:41	45.50	Se percibe sonido de aves nocturnas, no hay presencia de picos en medición ruido estable y continuo, las condiciones climáticas viento leve sin presencia de lluvia.
Hotel Rincón Lodge Portón	20:48	21:04	48.30	Medición realizada en portón del Hotel, donde se percibe trabajos con la perforadora de Recursos Geotérmicos. no hay presencia de picos, ruido estable y continuo.
Escuela San Jorge Portón	21:30	21:45	42.70	Ruido estable continuo, se percibe actividad social en casa ubicada a 500 metros, viento leve.
Escuela Rincón de la V Portón	22:04	22:19	43.70	Ruido estable continuo, se percibe, sonido de aves nocturnas, viento leve.
Parque Nacional Parqueo	22:36	22:51	49.40	Ruido estable continuo, se percibe, sonido de aves nocturnas, viento leve.
Casa de Enid Portón	23:17	23:32	42.40	Ruido estable continuo, se percibe aire acondicionado de caseta ICE
Escuela Curubandé Portón	23:37	23:52	42.20	Ruido estable continuo, se percibe, sonido de aves nocturnas, viento leve.

En el artículo 20 del Reglamento para el Control de Contaminación por Ruido N° 28718-S, para una zona-urbano residencial se establece como límite 65 dB(A) para el periodo diurno, se registraron 2 valores por encima del límite en la Escuela Curubandé asociados a paso de camiones.

En el caso del periodo nocturno para una zona-urbano residencial se establece como límite 45 dB(A), se registraron 3 valores por encima del límite en los puntos de medición Hotel Rincón de la Vieja Lodge y el Parque Nacional Rincón de la Vieja, asociados con trabajos de la Perforadora para el caso del Hotel Rincón de la Vieja.

El C.S.R.G cuenta con procedimientos institucionales en materia de seguridad y salud ocupacional, asimismo anualmente se establece un programa de seguridad y salud ocupacional, según la legislación actual, adaptada a las condiciones del sitio de trabajo.

Todas las actividades de capacitación programadas al personal durante este año se desarrollan según lo programado. Para este periodo se realizaron capacitaciones sobre trabajo en alturas y el uso de montacargas y canastas (Figura 134).



**Figura 134.** Capacitaciones sobre riesgos del trabajo

Se realiza una fuerte divulgación y capacitación del programa a los trabajadores del proyecto y se definen medidas de seguridad. Existen lineamientos internos relacionados al uso de equipo de protección personal (EPP), y se entrena al personal su uso adecuado (Figura 135).

**PROMOCIÓN**  
Junio 2018

### Higiene Postural



Los diferentes tipos de movilidad, tanto en la vida familiar como en el trabajo, tienen un impacto directo en la mayoría de los dolores, incluyendo los dolores de espalda, más efectivos y de mayor duración. La clave es la correcta postura, ya que es la base para una buena salud y evitar dolores de espalda.

La correcta postura es clave al dormir, trabajar, ir a la escuela, jugar y deportes, así que es importante que el trabajador se mantenga en una postura adecuada y segura todo el día.

**Al estar de pie:**

- Mantenga la espalda en una postura erguida y ligeramente flexionada y recta las rodillas.
- Evite los apoyos excesivos del tronco, es decir, trate que el tronco esté recto y evite que el peso del tronco se desplace hacia adelante.
- Mire directamente hacia adelante entre los ojos y no hacia arriba ni abajo.
- Mantenga los hombros relajados y los brazos para mantener la línea del tronco recta y el cuello en su punto de flexión.
- Evite tirar las bandas hacia adelante, ya que retira la curvatura natural.
- Mantenga los pies apoyados en el suelo y esté en equilibrio, sin apoyar la parte delantera de los pies y sin levantar la parte trasera de los pies.
- Evite tragar los dientes, ya que esto daña la curvatura natural.
- Evite los movimientos rápidos y excesivos de la espalda.
- Evite los movimientos rápidos y excesivos de la espalda.
- Evite moverse rápidamente y sin control, ya que esto obliga a girar la espalda.
- Evite moverse rápidamente y sin control, ya que esto obliga a girar la espalda.
- Evite moverse rápidamente y sin control, ya que esto obliga a girar la espalda.
- Evite moverse rápidamente y sin control, ya que esto obliga a girar la espalda.
- Evite moverse rápidamente y sin control, ya que esto obliga a girar la espalda.

**PROMOCIÓN**  
Junio 2018

### Higiene Postural



“Tal vez el mejor regalo que puedes dar a tu cuerpo es una buena postura.”

**Al sentarse:**

- Evite el peso excesivo en la espalda de la silla.
- Evite sentarse demasiado en el escritorio a la silla grande.
- Apóyate bien en la silla, con el cinturón lumbar hacia delante.
- Para levantarse, incline el tronco a la silla hacia adelante, apoyando las manos en los brazos y flexionando las rodillas.

**Al trabajar:**

- Los colchones de tal vez no son lo mejor que incluyen para dormir y las almohadas del dormitorio.
- Evite reposar la espalda trabajando en la misma silla durante mucho tiempo.
- La curvatura natural de la espalda varía de persona a persona.
- Si reposa, los cojines deben apoyar todo el tronco (no las rodillas).
- Si siente dolor permanezca con los cojines (apoyando la espalda).

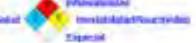
**En general:**

- Evite estar sentado por largos períodos de tiempo.
- Evite moverse de la silla en exceso.
- Desprenderse de la silla al moverse.
- Evite permanecer sentado y quieto por largos períodos de tiempo.

Textos y Ilustraciones:  
Luis Fernando Gómez  
Luis Fernando Gómez  
Cuerpo de Seguridad y Salud en el Trabajo

**Figura 135.** Material informativo al personal sobre temas de salud y seguridad.

Las áreas de trabajo que almacenan materiales o sustancias peligrosas cuentan en sitio con un área para ubicar las hojas de seguridad ( Figura 136).

 <b>FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD</b>	
<b>Sección 1. Identificación</b>	
Nombre del producto	ETAMPER8551™
Código del producto	95201K
Unas informaciones identificativas de la sustancia o mezcla se deben en los tres tipos de información que sigue:	
Unas identificaciones	Máquina de Perforar de Circulación
Fecha de impresión	20/02/17
Fecha de validación	20/02/17
Ver.001	1
Datos sólidos o líquidos:	Baker Hughes, Oilfield Operations 1245 W. Airport Blvd. Houston, TX 77041
Nombre de la persona en el organismo (o en las unidades de funcionamiento)	CHIMTREC-000-020-0009 (E.U. SA 1044) 021-713-425-0003 CEN/IEC 61-499-0008 (Código 24 Novembre) CHIMTREC-411-01-170-423-3887 (Internacional SA 1044)
<b>Sección 2. Identificación de los riesgos</b>	
Clasificación de la sustancia o mezcla	1. POLÍVOL COMBUSTIBLE IRITACIÓN CUTÁNEA - Categoría 2 LESIONES OCULARES GRAVES - Categoría 1 IRRITACIÓN CUTÁNEA - Categoría 1 PONDEROSIDAD ESPECÍFICA DE ORGANOS DIAÑA (CORROSIÓN DIAÑA) (Inhalación de gas/vapores/humo) - Categoría 2
Elementos de los riesgos del SIC:	 
Fase(s) de advertencia	
Indicaciones de peligro	 
Curiosas de emergencia Prevención	 
<b>Sección 14. Información sobre el transporte</b>	
Almacén (UN)	No regulado
Transportación sobres de transporte según UN	
Clase(s) de peligro para el transporte	
Grado de sensibilidad	
Período de estabilidad	ta
Información adicional	
Correspondencia material:	No correspondencia
<b>Sección 15. Informaciones reglamentarias</b>	
Regulaciones Federales de EE.UU.	1. Instituto de Salud Pública de los Estados Unidos (NSCA-NSI): Todas las concentraciones están permitidas o están exentas.
<b>Sección 16. Datos complementarios</b>	
<b>Información Material Información de Seguridad (Ley sobre Seguridad)</b>	
Estado:	1. Seguro 2. Intermedio 3. Peligroso
Protección personal:	
Es responsabilidad del cliente determinar el código de UN de cada material.	
Número de Protección Ambiental Estados Unidos:	
	
Última actualización:	20/02/17
Fecha de impresión:	20/02/17
ID autoriza la información que ha cambiado desde la edición de la versión anterior:	
Avanza al inicio	

**Figura 136.** Hojas de seguridad en perforadoras.

### Medida U2P N°38. Social, alteración de la cotidianidad de las Comunidades.

- Estrategia de comunicación anual con los grupos de interés del proyecto**

La relación actores sociales - Proyecto, es parte de la estrategia de comunicación utilizada para informar a los grupos sociales identificados en las comunidades del Área de Influencia Directa (Santa María, Curubandé y San Jorge) sobre el avance constructivo de Proyecto, el estado de avance de la Gestión Ambiental, u otros temas referentes a solicitudes y quejas comunales.

La Gestión Social es la encargada de programar trimestralmente las reuniones con los grupos organizados, además de los espacios con el sector hotelero de la zona.

#### ***Seguimiento Comunal e Institucional***

##### Reuniones Comunales.

Como parte de las acciones establecidas en el Plan de Gestión Ambiental (PGA) del Proyecto Geotérmico Pailas Unidad II, se realizaron tres reuniones comunales, una en San Jorge, una en Santa María y una en Curubandé. Además, dos reuniones con los representantes del Hotel Rincón de La Vieja Lodge. El Cuadro 21 muestra los detalles de las reuniones realizadas y la (Figura 137) la reunión en la comunidad de Santa María.

**Cuadro 21.** Registro de Reuniones Comunales, II Trimestre, 2018.

Grupo / Organización	Objetivo	Fecha	Participantes
Grupo organizado San Jorge	Informativa: Estado de avance del Proyecto Pailas II y Avance Gestión Ambiental	02/05/2018	7
Grupo organizado Santa María	Informativa: Estado de avance del Proyecto Pailas II y Avance Gestión Ambiental	03/05/2018	9
Hotel Rincón de La Vieja Lodge	Obras constructivas Proyecto Pailas II	05/04/2018	3
Hotel Rincón de La Vieja Lodge	Obras constructivas Proyecto Pailas II	11/05/2018	5
Grupo Organizado	Presentación Avance Construcción Acueducto Curubandé	14-06-2018	29
<b>Total: 3 reuniones comunales</b>			
<b>2 reuniones Hoteles</b>			



**Figura 137.** Reunión Comunal en Santa María, II Trimestre 2018.

- **Protocolo para la atención de consultas, solicitudes o denuncias**

Como parte de la atención y seguimiento al Método interno PGP-UGA-04 “*Método para la atención de solicitudes comunales*”, en el segundo trimestre se recibieron siete solicitudes comunales, como lo muestra el Cuadro 22 las siete se encuentran finalizadas.

**Cuadro 22.** Solicitudes comunales, II Trimestre 2018.

Nº Solicitud	Grupo Organizado	Estado
220	Comité Gestión Ambiental Curubandé	Finalizada
222	Junta Educación Escuela Curubandé	Finalizada
227	Cruz Roja Costarricense, Guayabo	Finalizada
228	Asociación de Desarrollo Integral, Aguas Claras	Finalizada
229	Junta de Educación Escuela Pueblo Nuevo	Finalizada
230	Vecinos Barrio El Porvenir, Curubandé	Finalizada
232	Asociación de Desarrollo Integral, Curubandé	Finalizada
<b>Total: 7</b>		

**Solicitudes atendidas en el trimestre**

Para el segundo trimestre se realizaron trabajos de reparación de la malla ciclón en la Escuela Curubandé (Figura 138), reparación de alcantarilla en la entrada principal al Barrio Porvenir de Curubandé, además, se construyó una acera tipo rampa de acceso en Iglesia de Curubandé en la Figura 139 se observan ambos trabajos.



**Figura 138.** Reparación de malla ciclón, Escuela Curubandé. II trimestre, 2018.



**Figura 139.** Mejoras en acceso a Barrio el Porvenir y rampa de ingreso a la Iglesia católica de la comunidad de Curubandé.

En el periodo, se atendió a un grupo de siete estudiantes de la Universidad de Pennsylvania, Estados Unidos, a los visitantes se les presentó el estado de avance del proyecto, se explicaron aspectos relacionados a la producción de energía geotérmica, se visitó una estación de separación (Pailas I), mirador de la Casa de Máquinas. La Figura 140 muestra los detalles de la visita.



**Figura 140.** Atención visita estudiantes Universidad de Pennsylvania. II Trimestre, 2018.

- **Programa de Educación Ambiental con el público interno y externo**
  - ***Público interno***

En relación a las actividades de Educación Ambiental dirigido al público interno, en el periodo se realizaron charlas donde se abordaron temas como, Gestión de Residuos, Atención Derrames.

Correspondiente a las actividades de Educación Ambiental dirigida al público externo (Escuela Curubandé, Rincón de La Vieja, San Jorge) se realizaron actividades en los centros educativos sobre el tema de Gestión Integral de Residuos Sólidos. La Figura 141 muestra la actividad de Educación Ambiental realizada.



**Figura 141.** Educación Ambiental Escuela Curubandé, II Trimestre 2018.

- Incluir un plan de comunicación externa en medios electrónicos según solicitud de JICA

Según solicitud de JICA sobre la publicación del Informe de Regencia Ambiental, el actual informe será publicado en la página web del Instituto Costarricense de Electricidad.

#### Medida U2P N°39. Social, percepción local.

Primeramente, es importante aclarar que, por error, en informes anteriores se ha incluido personal que está nombrado en otros Proyecto como PG Borinquen y trabajos del Campo de Miravalles, debido a que el aparato Administrativo y los servicios que se brinda a este personal es el mismo que utilizamos para el Proyecto Geotérmico Pailas. Actualmente en el Proyecto estamos en la etapa de reducción de personal, por lo que en adelante se va a observar una disminución.

En cuanto a la contratación de personal en el Proyecto laboran un total de 470 personas, de las cuales el 84% pertenece a la provincia de Guanacaste, el 12% a la provincia de Alajuela, el 2% a San José, Cartago y Puntarenas con un 1%, mientras que Limón y Heredia con una persona de cada provincia representan un 0.2%, redondeado un 0% (Figura 142).



Figura 142. Personal contratado por Provincia, PG Las Pailas II.

Del total de los trabajadores del Proyecto, el 43% pertenece al cantón de Liberia, un 11% pertenecen a las comunidades de Área de Influencia Directa del Proyecto Pailas II (Curubandé, San Jorge, Santa María), un 2% al Área de Influencia Indirecta (Agua Fría) y el 87% reside en otras zonas del país (Figura 143).



**Figura 143.** Personal contratado en el Proyecto por área de influencia.

#### **Medida U2P N°40. Social, Seguridad vial.**

En las cercanías de la Escuela Santa María, San Jorge y Curubandé se construyeron reductores de velocidad, aunado a la señalización peatonal, lo anterior como parte de las acciones señaladas en el Plan de Gestión Ambiental del Proyecto para resguardar la seguridad de los transeúntes.

Un total de siete reductores de velocidad se colocaron, tres en Curubandé, dos en San Jorge, dos en Santa María, asociado a la obra se demarcaron pasos peatonales. La Figura 144 muestra los detalles.



**Figura 144.** Reductor de velocidad, Curubandé.

Actualmente, los vehículos alquilados que utiliza el Proyecto, se identifican por tener en el parabrisas un rótulo a color con el logo del ICE y el nombre del Proyecto. Además, los vehículos instituciones se encuentran debidamente identificados con el logo.

Para la debida recepción de quejas asociadas al comportamiento inadecuado de funcionarios y contratistas del Proyecto, se socializa con los diversos actores comunales y personal del Proyecto.

La línea gratuita **800-GEOTERMIA** (800-436-376-642) y el medio electrónico [inforecursosgeotermicos@ice.go.cr](mailto:inforecursosgeotermicos@ice.go.cr), forman parte de los medios oficiales por parte del Proyecto para que las comunidades del área de influencia, canalicen quejas asociadas al inadecuado comportamiento de funcionarios y contratistas del Proyecto. la línea se socializa a nivel institucional y comunal. La Figura 145 muestra el afiche correspondiente.



**Figura 145.** Afiche informativo 800-GEOTERMIA

En reuniones de seguimiento comunal se informa sobre la línea 800-GEOTERMIA, se recalca su oficialidad, horario de atención y confidencialidad. Además, en las comunidades, San Jorge, Curubandé y Santa María se han colocado en puntos estratégicos rótulos alusivos a la línea gratuita. La Figura 146 muestra el rótulo colocado en el EBAIS Curubandé.



**Figura 146.** Informativo 800-GEOTERMIA, EBAIS Curubandé.

Para garantizar la seguridad de funcionarios del Proyecto, visitantes a sitios turísticos u otros, se construyeron cuatro reductores de velocidad en la ruta de acceso principal al Proyecto (Figura 147).



**Figura 147.** Reductores de velocidad, ruta de acceso al Proyecto.

### **Rotulación vertical, ruta acceso al Proyecto.**

La colocación de rotulación vertical es una de las medidas preventivas para el paso de vehículos y maquinaria en la ruta de acceso al Proyecto, en los sitios de obras se cuenta con la respectiva señalización. La Figura 148 muestra el detalle.



**Figura 148.** Rotulación vertical, ruta acceso al Proyecto.

### **Medida U2P Nº41. Social, actividad turística.**

Como parte del mecanismo de comunicación que tiene el Proyecto con los actores del sector turístico en el área de influencia directa, para el trimestre se realizaron dos reuniones con representantes del Hotel Rincón de La Vieja Lodge, donde se les informó sobre los trabajos a realizar en obras constructivas de la Casa de Máquinas del Proyecto.

En los espacios de comunicación, se les informa sobre el estado de avance del proyecto, se canalizan solicitudes, quejas, inconformidades presentadas por los representantes de dicho sector.

### **Medida U2P Nº 42. Paisaje, inserción de Obras.**

Las pantallas vegetales ubicadas en el sector de la Escombrera Pailas I y del sector de la Casa de Máquinas, se encuentran culminadas, actualmente se realizan procesos de mantenimiento de los árboles, se realizaron chapeas para eliminar las plantas que compiten por agua y nutrientes, se aplicó abono granulado 10-30-10 y además se le brindó mantenimiento a las líneas corta fuego (Figura 149).



**Figura 149.** Mantenimiento de pantallas vegetales y líneas corta fuego.

De las medidas U2P N°43 a la U2P N°46 corresponden a la etapa de Operación de la futura segunda unidad de la ampliación Las Pailas. En el Anexo 4 se adjunta el Informe de la Etapa Operativa y Monitoreo Ambiental del área de la Planta, edificio de la Casa de Máquinas Pailas I.

### **c. Otros datos específicos**

#### **Avance constructivo**

##### **Planta de Generación de Electricidad**

En obras de la Planta se finaliza la barrera sónica, se continua con las obras de urbanización finales como: conexiones de alcantarillado, tragantes, cordón y caño, tubería de aguas contraincendios y aceras. También se trabaja en el acabado final de cimientos (colocación de grouting) y acabados del edificio de control.

En la aparte de montaje mecánico, se trabaja en el montaje de tuberías de vapor internas y externas del edificio de Casa de Máquinas, Sistema de extracción de gases (NCG), colector de vapor, secador de vapor, bombas de drenaje y tuberías de agua de enfriamiento. Se continua con el montaje del área de gases no condensables y el montaje de la turbina y generador

En los edificios se continua con el montaje de equipos dentro del edificio contra incendios y de aire acondicionado.

En cuanto la parte eléctrica se continua con el cableado y tuberías de la instalación eléctrica y sistema contra incendios. En la instalación de equipos se ha logrado lo que son las cajas terminales para generador, panel de puesta a tierra de generador, banco de baterías, panel de excitación, tableros de control y cubículo auxiliar de generador.

Actualmente, se cuenta con un avance de 65.98% en Casa de Máquinas y un avance de 99.14% en la Torre de Enfriamiento.

En las siguientes fotografías (Figura 150, Figura 151 y Figura 152) se muestran los avances en los trabajos de la Casa de Máquinas.



**Figura 150.** Avance general de Casa de Máquinas.



**Figura 151.** Instalación de tuberías de sistema de pozo caliente.



**Figura 152.** Instalación de turbina y generador

#### **Plazoletas de Perforación**

Durante este periodo, en la plazoleta 13, se finalizan las obras de montaje de tuberías, silenciadores y canales vertedores y los pozos se encuentran en fase de caracterización.

En la plazoleta 12, se ha construido todas las actividades asociadas a la obra civil y de montaje metalmecánico como tuberías, silenciadores y canales de vertedero. Los pozos se encuentran en fase de caracterización (Figura 153).



**Figura 153.** Avance en la PL-12.

En la plazoleta 11, se inicia con el trazado y excavación de 10 cimientos y la prefabricación del acero para los mismos, se continúa con la construcción del pasoducto (Figura 154).



**Figura 154.** Avances en PL-11.

### **Tuberías de trasiego de fluidos Geotérmicos**

Durante este trimestre no hay avance con respecto a las tuberías de campo. El avance en general en el cronograma de la tubería es de 98.05%.

### **Estaciones de Separación**

Durante este trimestre, se continua con las obras de montaje mecánico, en la actividad de montaje de válvulas, bridás y andamios. El avance general de la Estaciones Separadoras es de 96.54. En la Figura 155 se puede observar el montaje de andamios.



**Figura 155.** Avance en Estaciones Separadoras.

### **Sistema de Refrigeración en Frío**

El sistema de reinyección frío está compuesto por tres lagunas de enfriamiento y dos rutas de alcantarillado que evacuan las aguas de las Estaciones separadoras hacia las lagunas, además, de una tubería en PEAD que conecta el Torre de Enfriamiento de Pailas I con Pailas II. El avance general del SRF es de un 100%.

#### **Laguna 4**

La laguna 4 se encuentra entregada a CSRG.

#### **Laguna 2**

La laguna 2, las obras están finalizadas.

#### **Laguna 3**

En la laguna 3, se realizó una excavación para colocar los tubos de drenaje de aguas y aguas pluviales y de reinyección de aguas subterráneas ya que por las características del suelo no se pudo realizar mediante perforación horizontal dirigida (Figura 156).



**Figura 156.** Trabajos en Laguna 3.

## **Tubería de polietileno para reinyección de lagunas**

La obra se encuentra finalizada.

## **Escombrera**

En este periodo, para la escombrera de Pailas 1, no se ha colocado volúmenes considerables de material por lo que el volumen es de 530 938 m<sup>3</sup> de material total.

## **Subestación**

Durante este trimestre se continua con las obras de montaje eléctrico como sistema de aterrizamiento e instalaciones de tuberías y cableado eléctrico de la subestación Pailas II. Tiene un avance de: 91.55% (Figura 157).



**Figura 157.** Avances en subestación.

## **Línea de Transmisión.**

La línea se encuentra finalizada y está a la espera de las pruebas. El avance general de la actividad de 91.18%.

## **Manejo de aguas de caminos internos**

Durante este trimestre se continúa con los trabajos de cunetas para los caminos internos (Figura 158).



**Figura 158.** Construcción de cunetas.

Asimismo, se realiza un tratamiento asfáltico para los 6.5 km de caminos internos del campo Pailas II (Figura 159).



**Figura 159.** Colocación de tratamiento asfáltico en caminos internos.

#### **Edificios Administrativos CSRG**

Durante este II trimestre no se ejecutaron actividades de construcción de edificios para CSRG.

## **2. NO CONFORMIDADES**

- No se presentan no conformidades.

## **3. CUMPLIMIENTO DE RECOMENDACIONES DEL PERIODO ANTERIOR**

- Se realizan trabajos de conformación y recuperación de las escombreras,
- Se continúa recuperando la tierra orgánica, ésta se acopia en la escombrera Pailas I y se utiliza en la restauración de taludes de las plataformas y superficie de la escombrera de Lagunas.
- Las vagonetas tandem utilizan el cobertor cuando transportan material, lo que disminuye el efecto del polvo.
- Se implementan mediciones físico-químicas en las aguas que salen de las trampas para grasas o aceites.

## **4. NUEVAS RECOMENDACIONES**

- Dar continuidad al trabajo de conformación y recuperación de escombreras, así como a las obras de manejo de aguas pluviales.
- Continuar recuperando la tierra “orgánica”, cuando se realicen movimientos de tierra superficial.
- Continuar con los trabajos de recuperación taludes de plazoletas, satélites, caminos, lagunas y demás obras, con el fin de disminuir el efecto de la erosión.
- Continuar con el seguimiento al tema de que las vagonetas tandem utilicen el cobertor cuando transportan material, para disminuir el efecto del polvo en el aire.
- Continuar con el seguimiento que brinda el área social mediante las reuniones con los grupos comunales.
- Continuar con el mantenimiento adecuado y a tiempo a los sistemas de sedimentación.
- Continuar con mediciones físico-químicas en las aguas que salen de las trampas para grasas o aceites.

## 5. ANEXOS

## **Anexo 1. Comprobante de depósito de Garantía Ambiental.**

Anexo 2. Anotaciones Bitácora Ambiental.

4

gemento, tierra negra y ennegrido. En la Plazaleta 12 se realizaron trabajos de instalación de tubería, conformación de la superficie y coloración de concreto en canales internos de la plazaleta. En los canales internos se observan muy buen estado igual los manejos de agua. Se observa el proceso de recubrimiento de balaustra de los diferentes sectores mencionados y en general una muy buena ejecución de las obras.

*Pd. Félix Ruiz Párate P.  
Consejero 056-2009*

06-07-2018

En la Casa Flaquezona del P.D. Las Palas II continúan los trabajos constructivos con compactación de algunos sectores con tierra y los trabajos electromecánicos, al resto plazo se inicia con la coloración del cableado. En el Centro de acopio del Proyecto se ejecuta una importante labor con gestoras autorizadas para la debida gestión y tratamiento de los residuos. El pasado jueves 05-07-2018 se realizó reunión con el Administrador del Hotel Zircón de la Vieja Ledge para informar sobre trabajos del manejado de aguas pluviales de los Casas Máquinas y la tubería que transporta fluidos de los Trampas de Vapores hacia la PL-19. El mismo Administrador informó en la reunión que a partir del 20 de abril esperar mantener cerrado el Hotel hasta el 15 de noviembre del presente 2018, por lo que no se verán afectados por ningún trabajo que se realice en el Proyecto para las fechas de ejecución.

*Pd. Félix Ruiz Párate P.  
Consejero 056-2009*

20-04-2018

En la Casa Maquinas del 78 los Pájaro II se realizaron trabajos de montaje de Turbinas, montaje del generador y sistema de lubricación, se realizaron instalaciones del cableado, Trabajos en la Tubería de llegada a la Planta, trabajos de aguas pluviales manejo y alcantarillado. El sitio en general se observa en buen estado, se lo menciona al técnico encargado que se deben mejorar los aspectos de manejo de residuos en el frente

~~Prod. Taller 2017 Pachero~~

~~Corregido 05-6-2018~~

27-04-2018

En la Escuadra Pájaro I se observa como las condiciones del camino de acceso son excelentes, al igual que los manejos de agua del mismo camino. En los manejos de agua interiores se han reutilizado los cilindros de concreto que genera el área de control de calidad, en el ingreso a la obra también se observa señalización preventiva sobre transito de maquinaria pesada. Los taludes tratados muestran un avance de recuperación excelente, también es posible observar limpios los trampas para sedimentos. En las Escuadras número 2 y 2L-13 se observa como continúan los tránsitos procesos de recuperación, debido a que desde hace ya bastante tiempo no son utilizados. En los caminos interiores se evidencian trabajos en los taludes con geomembrana y un muy bien estado del ignacio

~~Prod. Taller 2017 Pachero~~

~~Corregido 05-6-2018~~

04-05-2018

Se realiza reunión con el personal del Hotel Riverí de la V.cja Lodge para tratar temas de: Planejo de aguas pluviales de la Casa de Maquinas de Pájaro II y consta

ción de cobertizo para encausar y disminuir la velocidad del agua en la propiedad del Hotel. El segundo tema tratado fue la colocación de tubería para tránsito del agua delas tuberías de vapor hacia la PL-14 pasando por un pequeño sector de la propiedad del Hotel, dejando claro que la necesidad es por la topografía del terreno no y que la tubería se va a colocar enterrada para no generar afectación alguna en las actividades propias del Hotel. El personal del Hotel Ican (Carlos Belarmino (Administrador) y Michelle Pedro (expuso de propietaria) manifestaron estige de acuerdo y mencionan que de abril a noviembre el Hotel va a estar cerrado, por lo que, piensan es un momento adecuado para los trabajos.

Bid. (Fazenda P.º 2 Pateco)

08-05-2018

Comisión 0156-2009

Se realizó recorrido por varios frentes del proyecto, por ejemplo en la Casa Máquinas de Pitis II se recomienda al encargado encausar el lantos de drenaje algunos residuos que están en la estanca principal de la obra. En la PL-12 se observan algunos taludes que deben cubrirse con geomanta, por la afectación que ha presentado a la fecha el geomanta colocado anteriormente. En la casona Pitis I se coloca material en el sector nuevo y se espera iniciar pronto con la recuperación de la superficie principal, los taludes se observan completa mente semipendientes, se observan sedimentadores limpios y manejos de agua en excelente estado. En el Centro de Drenaje se nota aún espacio libre y se gestionan plásticos y otros materiales. Bid. (Fazenda P.º 2 Pateco)  
Comisión 0156-2009

13-05-2018

Se realizó recorrido por la obra de la Casa de Máquinas donde se observa que continúan los trabajos de manejo de aguas con cunetas en concreto, esto para la reurbanización del edificio principal. En general la obra se observa en excelentes condiciones ambientales, solamente se le recomendó al encargado mejorar el manejo de materiales en el ~~camino de ingreso a la obra~~

~~Bd. Frei Páiz Prenef~~

~~Camino de ingreso a la obra~~

22-05-2018

Se realiza recorrido por el camino principal de ingreso a la Casa Máquinas de Pailas II, se observa una tanqueta utilizando el sitio adecuado para el lavado de este tipo de maquinaria, además personal realizando labores de clasificación de residuos, es notable como se ha enviado una importante cantidad de residuos al Centro de Lagoa.

También se visitó el sitio donde se va a construir la foma de agua para la mejora del acueducto de Corumbamó en la Quebrada Yago (Naciente), esto en conjunto con la ingeniería encargada técnica de ~~gestión y jefe del área de Topografía Bd. Frei Páiz Prenef~~

~~Centro de Lagoa~~

30-05-2018

Se realiza recorrido por los caminos internos del campo Pailas II, se observa como el camino hacia la Plazaleta PL-13 se realizó el colocando de emulsión asfáltica y la piedra cuata sobre la misma, los trabajos de mejoras continúan por el camino hacia la PL-12. Al centro de Lagoa ingresó una importante cantidad de residuos del funte de la Casa de Máquinas. Durante el recorrido

de campo se conversó con personal del AICL que ingresa mensualmente a realizar oficio del caudal de la Mielalte El Yugo, sitio de Tomo de agua para las mujeres del Aduerto de la comunidad de Guabandí, para el compromiso de cumulo las Plata Biol. Freya Ruiz Pacheco  
Consultor 0156-2009

06-06-2018

En recorrido por la comunidad de Guabandí se observa que se finalizan los trabajos de la reparación de la malla ciclón a solicitud de personal de la Escuela Alemán se coloca rejilla pintada de amarillo (metálica) en el ingreso que el mismo personal del Proyecto trabajó a solicitud del personal de la Junta Directiva en la Iglesia Católica de la Comunidad

Biol. Freya Ruiz Pacheco

Consultor 0156-2009

13-06-2018

Se realiza gira al Conteo de Transfusión de residuos en la Planta de Ecrecisión de Pailas I, en el sitio se observa un excelente trabajo y se le menciona al encargado del sitio algunas oportunidades de mejora, para las cuales se puede brindar por parte de Proyecto la colaboración con capacitaciones, materiales y con la gestión de algunos residuos. En horas de la mañana en el mismo sitio de Planta Pailas I se realizó rescate de una serpiente cascabel, encontrada en sitio por las personas que realizan mantenimiento de zona verde, la serpiente fue devuelta en un sitio lejano a las obras del Proyecto y que cumple con las condiciones necesarias para el animal

Biol. Freya Ruiz Pacheco

Consultor 0156-2009 -1

14-06-2018

Se realiza gira a los obras de campo de Paitos II, en expectativa a la PL-12 donde se realizan percos de pozos. Durante el recorrido de campo se observa como han finalizado los trabajos de asfaltado de los caminos rurales, tambien finalizan los trabajos de taludes en la laguna 3 y la mayoría de los sectores de campo se cuenta con linea trifásica con cable semiconducto. Tras los trabajos para el abovedato de la Planta de Paitos I y Paitos II y la comunidad de Cuerubande', específicamente constreñiendo un paso temporal sobre la tubería de conducción en sector cercano a la Naciente de la Quebrada el Yugo, sitio donde se ve a anterior la Toma del abovedato. En horas de la noche del mismo día se lleva a cabo una reunión con la comunidad de Cuerubande' para que el ingeniero Nelson Campos presente el avance actual ~~en las obras del~~ del abovedato para la comunidad Paitos II y Paitos III.

~~Concord, Mass., 2008~~

22-06-2018

Se realizó gira a la subestación Pinas donde se afrontan los últimos detalles de los trabajos constructivos. Se sobreó un sector de la llegada de la Línea de Transmisión (T21) a la Torre T23N, en el sitio se debe proceder con la corte de algunas ramas de árboles para poder colocar y calentar el cable conductor, posteriormente se va a evaluar la necesidad de tener un permiso de corte forestal en el sitio. Tal y como se mencionó anteriormente se realizó presentación de avance y alcance del proyecto del acordado.

en la comunidad de Corubandé. El Ing. Kewwin Campos, encargado del Diseño del Acueducto y funcionario del Aypel fue quien realiza la presentación, a la cual asistieron un total de 20 personas según lo listo de asistencia, representando las comunidades de Corubandé, Agua Fría y El Porvenir. La presentación se coordinó con el personal de la Asociación de Corubandé, con quienes se va a proceder a firmar un documento de "Acuerdo formal del Acueducto Corubandé" donde se indican los alcances y responsabilidades de IE y del Aypel.

Biol. Faustino Ruiz Martínez.

Conservador 0156-2009

27-06-2018

Se realiza recorrido en las instalaciones de la Casa de Plaguimur del PO Los Pájaros, en general el sitio se encuentra ordenado y se conste yeron accesos y conchos en concreto, adicionalmente algunas áreas se cubren con piedras cuarta.

En los talleres se conversó con los encargados y se les solicita coordinarse para que los residuos se trasladan al Centro de Acopio lo más rápido posible. Se visitó el sitio de la Toma principal del acueducto, sitio donde se removió la mayoría de maleza para ingresos y realizan levantamiento para la construcción de la Toma. Biol. Faustino Ruiz Martínez

Conservador 0156-2009

## Pronóstico Plan de Gestión Ambiental Unidad 2 Campo Geotérmico Las Pailas – Proyecto Geotérmico Las Pailas. (Decreto 32966 Anexo 1 inc.12)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
<b>PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS (11), (12), (13)</b>											
Perforación -01 U2P#1	Educación Ambiental	Formación y conciencia ambiental	MEDIDAS JICA 2013 – ICE AJUSTE PGA 2012 – FASE CONSTRUCCIÓN – MANEJO CAMPO GEOTÉRMICO – CENTRO DE GENERACIÓN (PLANTA)	Ley Orgánica del Ambiente (Art. 12, 13, 59)	El personal de perforación debe recibir charlas ambientales relacionadas con los siguientes temas: a) Impactos ambientales considerados en los programas del plan de gestión ambiental. b) Manejo de residuos. c) Prevención y control de incendios (brigadas). d) Plan de acción en caso de emergencias ambientales (contingencias).	Mejorar la conciencia ambiental de los colaboradores de perforación.	Costos incorporados en el presupuesto de construcción y manejo del campo geotérmico	Gestión Ambiental – Centro de Servicio Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicio Gestión Ambiental (CSGA) – Número de colaboradores capacitados / número total de trabajadores de perforación (o brigadas según corresponda) ≥ 0,75 – Informe trimestral. EJECUTOR: CSRG			
Perforación -02 U2P#2	Gestión de Residuos	Contaminación por el manejo inadecuado de residuos	Ley de Tránsito por vías públicas terrestres – 7331 (Art.34, 35, 121) – Ley Orgánica del Ambiente (Art. 59, 60, 68, 69). Ley 8839 Para la gestión integral de residuos. Decreto 37788 Reglamento General Para La Clasificación y manejo de residuos peligrosos	Ley Orgánica del Ambiente (59, 60, 71, 72)	1. Separar los residuos generados de acuerdo con lo indicado en el procedimiento CSRG-GE-GA-DSGA. 2. Los derrames deben ser recuperados utilizando papel absorbente, y la tierra o material contaminado que sea recuperado se debe colocar en recipientes y enviar al área de Gestión Ambiental para su adecuado tratamiento. 3. No permitir el uso de vehículos, maquinaria o equipos que presenten fugas de combustibles o lubricantes.	Realizar el tratamiento adecuado de los residuos generados en las actividades de perforación de pozos geotérmicos.	Costos incorporados en el presupuesto de construcción y manejo del campo geotérmico	Gestión Ambiental – Centro de Servicio Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicio Gestión Ambiental (CSGA) – Inspecciones semanales de los sitios de perforación. – Informes trimestrales de las cantidades de residuos recuperados en el centro de transferencia del CSRG.			
Perforación -03 U2P #3	Paisaje Alteración del paisaje				1. Los sitios de perforación deben permanecer ordenados de manera que se reduzcan riesgos de accidentes o derrames. 2. Los residuos deben mantenerse en sitios destinados específicamente para estos, deben permanecer ordenados. 3. Los sitios deben estar adecuadamente rotulados. 4. Al finalizar las labores de perforación la plataforma debe quedar ordenada y todos los elementos de la perforadora deben ser retirados. 5. En los sitios en donde sea factible, colocar de barreras verdes.	Reducir el impacto visual generado Durante la perforación de pozos geotérmicos. – Inspe	Costos incorporados en el presupuesto de construcción y manejo del campo geotérmico	EJECUTOR: CSRG Gestión Ambiental – Centro de Servicio Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicio Gestión Ambiental (CSGA) – fotografías de las inspecciones. Bitácora del seguimiento. – Informe trimestral. EJECUTOR: CSRG			

Número de medida	Actividad- 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Perforación -04 U2P#04	PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS (11), (12), (13)	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) - Ley Orgánica del Ambiente (Art. 49, 59, 60, 62)	1. Los vehículos ICE y alquilados deben contar con el permiso de circulación respectivo.  2. La maquinaria, vehículos y equipo deben contar con un programa de mantenimiento, que garantice un funcionamiento adecuado, de manera que las emisiones sean mínimas.  3. No se debe permitir el uso de maquinaria, equipo o vehículos que presenten fugas de aceites, combustibles, ruptura en los sistemas de escape, ni desperfectos en los sistemas catalizadores.	Director del CS Recursos Geotérmicos	Reducir las emisiones de gases contaminantes producto de la combustión de hidrocarburos.	Gestión Ambiental - Centro de Servicio Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicio Gestión Ambiental (CSGA)  – Medida 1: número vehículos (Riteve) RTV al día / número total de vehículos = 1 (Se debe realizar una revisión trimestral). – Medida 2: Programa de mantenimiento e informe trimestral de la ejecución del programa. – Medida 3: número total de vehículos sin fugas/ número total de vehículos = 1 (Se debe realizar una revisión mensual) – Se debe elaborar informes de seguimiento trimestrales  EJECUTOR: CSRG	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos profundos
Perforación -05 U2P#5					Realizar mediciones de gases no condensables en las pruebas de producción (H <sub>2</sub> S, CO <sub>2</sub> ) tanto en la plataforma de perforación como en las zonas pobladas más cercanas.			Gestión Ambiental - Centro de Servicio Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicio Gestión Ambiental (CSGA)  – Concentración (H <sub>2</sub> S, C <sub>2</sub> O) medida / Límite permitido <= 1. – Informe de seguimiento trimestral. Debe mantenerse un gráfico de control de todas las mediciones realizadas.  EJECUTOR: CSRG		
Perforación -06 U2P#6			Efectos sobre el Ph de las lluvias. La emisión de H <sub>2</sub> S que podría causar efectos sobre el Ph de las lluvias.	Ley Orgánica del Ambiente (Art. 49, 59, 60, 62)	Implementar un programa de monitoreo periódico de la evolución del Ph de las lluvias.			Gestión Ambiental - Centro de Servicio Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicio Gestión Ambiental (CSGA)  – Ph medido dentro del rango de Ph de línea base (se deben realizar mediciones mensuales y mantener un gráfico de control de todas las mediciones realizadas. – Informes de seguimientos trimestrales.  EJECUTOR: CSRG		

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Perforación -07 U2P#7	PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS (11), (12), (13)		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) – Ley Orgánica del Ambiente (Art. 49, 59, 60, 62)	1. Se debe implementar un sistema para el monitoreo de CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> S 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.  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.  3. 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. Elaborar un plan de capacitación anual.	Director del CS Recursos Geotérmicos	Verificar que la emisión de gases no condensables no produce efectos negativos sobre la salud de los trabajadores.	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)  – Medida 1: número total de equipos de medición funcionando en forma adecuada / número equipos de medición ≤ 1 (realizar una revisión mensual del estado de los equipos y mantener un registro de dichas revisiones) – Medida 2: realizar una revisión semestral de los equipos, se debe llevar un registro de las mismas. – Medida 3: número total de equipos funcionando adecuadamente / número equipos 147edición147 ≤ 1 (realizar una revisión semestral y mantener un registro de las mismas). Registro de las capacitaciones Informes de seguimiento trimestrales EJECUTOR: CSRG	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos profundos	
Perforación -08 U2P#8					1. Elaborar y ejecutar un plan de acción que contemple las zonas pobladas donde se presente el problema de levantamiento de polvo, los vehículos deberán circular a velocidades máximas de 25 km/h.  2. Los conductores deberán estar informados sobre estas restricciones.						
Perforación -09 U2P#9		Ruido Natural	Generación de Ruido. ( circulación de vehículos y la operación de la maquinaria)	DE-28718-S - Reglamento para el control de la contaminación por ruido (Art. 20, Art. 23) - Ley de Tránsito por vías públicas terrestres – 7331 (Art. 121) – Ley Orgánica del Ambiente (Art. 59, 60)	1. En sitios poblados, los vehículos deberán circular a velocidades máximas de 25 km/h. Los conductores deberán estar informados sobre estas restricciones.  2. Todos los vehículos, maquinaria y equipo, deberán mantener en buenas condiciones de Funcionamiento sus sistemas de amortiguación de ruido.						

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Perforación -10 U2P #10	<b>PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS</b> (11), (12), (13)	Ruido Natural	Efectos en la salud de las personas por la generación de ruido	DE-10541-TSS – Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones (Art. 7) – Ley Orgánica del Ambiente (Art. 59, 60, 62). Ley General Salud	1. Implementar 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 normalizados por Salud Ocupacional  2. Debe implementarse dentro del plan de mantenimiento de las máquinas perforadoras, un programa de control de los niveles de ruido generados por los 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.	<b>Director del CS Recursos Geotérmicos</b>	Procurar que la salud de los trabajadores no se vea afectada por los niveles de ruido generados en las áreas de trabajo.	Costos incorporados en el presupuesto de construcción y manejo del campo geotérmico	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)  – Medida 1: Informe mensual de seguimiento por parte de Salud Ocupacional. – Medida 2: Nivel de ruido con mejoras / Nivel de ruido base ≤ 1. Deberá realizarse mediciones trimestrales y elaborarse un informe de los resultados de las pruebas realizadas.  EJECUTOR: CSRG	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos profundos
Perforación -11 U2P #11					1. Se deberá implementar un programa de monitoreo de los niveles de ruido en zonas pobladas cercanas a los sitios de trabajo (plataformas de perforación). Las mediciones durante el proceso de perforación de los pozos deberán ser semanales (una/semana) de manera aleatorio (diurna y nocturna) y se mantendrá un registro de los resultados obtenidos.  2. En la medida de lo posible las pruebas de producción, se deben efectuar preferentemente en 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. Durante la realización de estas deberán realizarse mediciones de ruido en zonas pobladas cercanas.		Mantener los niveles de ruido producto de la operación y mantenimiento del campo, dentro de los límites permitidos.		Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)  – Medida 1 y 2: Nivel de ruido medido / Límite permitido ≤ 1 (se deben realizar mediciones semanales y mantener un gráfico de control de todas las mediciones realizadas. Informes de seguimiento trimestral.  EJECUTOR: CSRG		

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Perforación -12 U2P #12	<b>PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS</b> (11), (12), (13)	Agua superficial	Contaminación del agua por vertidos de combustibles y lubricantes en las plataformas.	Ley 7554 – Ley Orgánica del Ambiente (art. 59, 60, 67)	1. Todos los equipos, maquinaria y vehículos, deben estar incluidos dentro de un programa de mantenimiento y control a fin de asegurar que no presentan problemas de fugas de combustibles o lubricantes. 2. Los sitios de almacenamiento de combustibles o lubricantes en los sitios de trabajo, deberán contar con diques de contención que garanticen que cualquier derrame será manejado de manera adecuada. 3. Los desechos producto del mantenimiento tales como cambios de aceite, filtros, etc. Deberán manejarse en <b>recipientes</b> cerrados, y deberán ser dispuestos por medios adecuados (p.e. coprocesamiento). 4. Cualquier derrame accidental deberá ser recolectado de forma inmediata, y los residuos recolectados enviados a gestión ambiental CSRG para su debido manejo.	<b>Director del CS Recursos Geotérmicos</b>	Garantizar que el uso de la maquinaria, equipo y vehículos que no generan contaminación de las aguas.	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)  – Inspecciones semanales – llevar un registro fotográfico – Informes de seguimiento trimestrales. Bitácora del seguimiento  EJECUTOR: CSRG	Costos incorporados en el presupuesto de construcción y manejo del campo geotérmico	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos profundos
Perforación -13 U2P #13					1. Los fluidos geotérmicos deben ir a las lagunas. 2. Las lagunas deben contar con sistemas de impermeabilización. 3. Se debe 149 edición 149 un programa para el monitoreo del Ph, cloruros y conductividad de las aguas superficiales dentro del área de proyecto. 4. Deben realizarse inspecciones visuales mensuales para verificar el adecuado funcionamiento de los sistemas de impermeabilización en las lagunas y para detectar oportunamente la presencia de fugas potenciales.						

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Perforación -14 U2P #14	PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS (11), (12), (13)		Efectos sobre la salud de las personas		Realizar un análisis semestral de la calidad bacteriológica de las aguas de consumo humano usadas por el personal de las perforadoras	Director del CS Recursos Geotérmicos	Garantizar que las aguas de consumo humano son potables.	Costos incorporados en el presupuesto de construcción y manejo del campo geotérmico	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) – Reportes de laboratorio. – Informe trimestral de seguimiento.	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos profundos
Perforación -15 U2P #15		Flora.	Eliminación de vegetación		En la medida de lo posible plantar al menos una cantidad de árboles igual a la eliminada para la construcción de la plataforma de perforación, en la zona periférica del pozo, utilizando especies de la zona.		Compensar los impactos sobre la flora por las acciones de perforación de pozos profundos.		EJECUTOR: CSRG Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) – Informes de las acciones realizadas incluyendo el inventario de especies plantadas y un registro fotográfico de los sitios usados. – Informe trimestral de seguimiento.		
Perforación -16 U2P #16		Fauna	Efectos sobre la fauna	Ley Orgánica del Ambiente (Art. 59, 60) Ley Forestal No. 7575	1. Colocar dispositivos para permitir la salida de fauna de las lagunas de la plataforma. 2. Realizar recorridos semanales con el objeto de detectar y rescatar fauna atrapada. 3. Los responsables de la perforación deberán reportar de forma inmediata la presencia de fauna atrapada ala gestor ambiental. 4. En caso de fauna lesionada, esta deberá ser llevada de forma inmediata a un centro de rescate que brinde servicios de atención veterinaria 5. En los horarios nocturnos deberá emplearse la menor cantidad de luces posible, y estas deberán siempre estar direccionadas hacia la plataforma.		Reducir los impactos sobre la fauna. Por las acciones de perforación de pozos profundos.		EJECUTOR: CSRG Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) – Informes de las acciones realizadas incluyendo el inventario de especies rescatadas y un registro fotográfico de éstas. – Reporte trimestral de su seguimiento.		

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Calidad Agua. 01 U2P #17	Conformación de terrenos: Ampliación y construcción de accesos (6.5 km ) (1) Preparación terrenos estaciones de separación (3C) Sitios lagunas de reinyección (4) Sitio de las servidumbres de tuberías (anclajes pedestales) (5) Servidumbre LT (6) Sitio de Casa de Máquinas (7)	Calidad del agua	Aumento y alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No 7779	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseñar el sistema de evacuación pluvial, disipadores de energía, sedimentadores, considerando la capacidad del cuerpo receptor para asimilar el aumento del volumen pluvial para reducir las posibilidades de un desbordamiento.</li> <li>2. Tomar las medidas adecuadas para permitir controlar el agua/ con el objetivo de reducir la acumulación, la erosión y el arrastre de sedimentos.</li> <li>3. En lo posible no realizar las actividades de excavación y conformación de terrenos durante los periodos de lluvias intensas, con el objetivo de disminuir el arrastre de sedimentos en los ríos aguas abajo de las áreas de construcción.</li> <li>4. Construir, según sea necesario las barreras de retención o estructuras similares o retener el agua en las zanjas y conducirlos a las trampas de sedimentación rudimentarias antes de su descarga. Llevar un monitoreo para reducir los focos de transmisión de enfermedades (estancamiento de aguas). Aplicar Resolución No.1948-2008-SETENA 7.4 Manejo de taludes pág.17-18 - inc. 11 Manejo de aguas pluviales</li> <li>5. Llevar un seguimiento del arrastre de sedimentos suspendidos en las aguas (SS), Ph, conductividad eléctrica (CE), TURB: Q. Yugo y Río Negro (mensual) durante fase constructiva</li> <li>6. Parámetros: DBO, DQO, arsénico (As), cromo hexavalente (Cr +6), mercurio (Hg) y aceites y grasas. Q. Yugo y Río Negro, (éstos últimos una vez cada 6 meses durante la fase constructiva)</li> </ol>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas – Director del CS Recursos Geotérmicos	Reducir el impacto por la turbidez que genera el arrastre de suelos y alteración de la calidad en las aguas de escorrentía	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del proyecto + \$ 50	<p>Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental - Proyecto Geotérmico Las Pailas (PG Las Pailas).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Informes de seguimiento trimestrales que incluyan:</li> <li>– Dispositivos construidos en caminos / m<sup>2</sup> de caminos construidos. Para todos los indicadores llevar controles mensuales y un registro fotográfico de los trabajos realizados.</li> <li>– EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (PG Las Pailas)</li> <li>– 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.</li> <li>– EJECUTOR: PG Las Pailas</li> <li>– Informe del seguimiento del arrastre de sedimentos en las aguas.</li> <li>– EJECUTOR CSRG</li> <li>– Informe semestral de la calidad del agua EJECUTOR CSRG</li> </ul>	Inicio de las actividades del proyecto	Ease de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Residuos 01 U2P #18	Manejo de residuos (13) Recolección – disposición de desechos sólidos y líquidos (28)	Calidad de vida	Generación de residuos	Ley 7554 – Ley Orgánica del Ambiente (art. 59, 60, 67, 64) Ley General de Salud, N° 5395, Ley para la Gestión Integral de Residuos, No.8839 y su reglamento DE 37567-S- MINAET-H, Decreto 37788 Reglamento general para la clasificación y manejo de los residuos peligrosos	<p>1. Elaborar un plan de manejo de residuos según la legislación vigente que incluya residuos sólidos, líquidos, peligrosos, otros. Debe contemplar las siguientes consideraciones básicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Transportar los residuos a sitios debidamente autorizados o seleccionados para ello.</li> <li>– Manejar los escombros y residuos según lo establecido en la legislación del país, con respecto a los asuntos ordinarios de residuos sólidos y peligrosos.</li> <li>– Capacitar al personal sobre el manejo integral de residuos</li> <li>– Retirar los residuos en el área tan pronto sea posible y llevarlos a los sitios de disposición o almacenamiento final.</li> <li>– No establecer sitios de almacenamiento en las zonas de riesgo y en las áreas protegidas de los ríos y cuerpos de agua.</li> <li>– Prohibir la quema de los residuos.</li> <li>– Almacenar los residuos peligrosos, en forma separada de los residuos sólidos.</li> <li>– Instalar cabinas sanitarias en las zonas de campamento y áreas de trabajo.</li> <li>– Enviar las aguas residuales de origen doméstico (negras) a la planta de tratamiento de aguas en Pailas I. En las obras temporales (frentes de trabajo) y aisladas usar tanques sépticos</li> <li>– Ajustarse a lo señalado en Resolución No.1948-2008-SETENA 17. Gestión de los residuos sólidos pág.26</li> </ul>	<p><b>Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas –</b>  <b>Director del CS Recursos Geotérmicos . Director Centro de Generación Las Pailas</b></p>	<p>Prever la contaminación debido a los residuos sólidos y líquidos generados</p>	\$ 111	<p>Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG)  Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)  Unidad Gestión Ambiental – PG Las Pailas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Plan de manejo integral de residuos</li> <li>– Informes de seguimiento trimestrales que incluyan: 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.</li> </ul> <p><b>EJECUTOR:</b> PG Las Pailas – CSGR – Centro de Generación Las Pailas (CG Las Pailas)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Número total de colaboradores / número de colaboradores capacitados en el manejo apropiado de residuos.</li> </ul> <p><b>EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG – CG Las Pailas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Cantidad de residuos generados / cantidades de residuos reusados, recuperados o reciclados. Debe llevarse un registro de todos los materiales manejados y registros fotográficos del proceso.</li> </ul> <p><b>EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG – CG Las Pilas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Cumplimiento de directrices emitidas por el Ministerio de Salud para el sistema de tratamiento.</li> </ul> <p><b>EJECUTOR PG Las Pilas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– kg de desechos generados / kg de desechos coprocesados. Deberá llevarse un registro 152edición152e de los desechos generados, registros fotográficos de la forma en cómo son almacenados y los certificados de su coprocesamiento. <b>EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</b></li> </ul>	<p>Inicio de las actividades del proyecto</p>	<p>Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)</p>

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Residuos 02 U2P #19	Recolección – disposición de desechos sólidos y líquidos (28)	Físico – Biológico Humano	Derrame de aceites y combustible	Ley 7554 – Ley Orgánica del Ambiente (art. 59, 60, 67) Gestión Integral de Residuos, No.8839 y su reglamento DE 37567-S- MINAET-H, Decreto No.30131 MNAE-S- Decreto 37788-S- MINAE	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Almacenar adecuadamente los combustibles y lubricantes.</li> <li>2. Diseñar áreas específicas para el suministro del combustible y cambios de aceite en maquinaria y equipo dentro el AP.</li> <li>3. Utilizar dispositivos y materiales para la recolección y tratamiento adecuada de derrames.</li> <li>4. Elaboración de protocolo para atención de derrames. Formular un plan de contingencias</li> <li>5. Para todos los indicadores deberá llevarse controles mensuales</li> </ol>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas	Garantizar que el uso de la maquinaria, equipo y vehículos no generan contaminación de las aguas por vertidos de hidrocarburos.	Costos incorporados en el presupuesto de construcción del proyecto.	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Protocolo atención de derrames aceites y combustibles (incluir un plan de acción ante contingencias )</li> <li>– Informes de seguimiento trimestrales que incluyan: Medida 1: número total de equipos / número de equipos en condiciones 153edición = 1 Número de sitios de almacenaje o contenedores para los lubricantes residuales / número sitios con ( trampas, almohadillas diques) = 1 con características y dimensiones establecidas según la legislación kg de residuos generado / kg de residuos enviados a reciclar</li> <li>– Registro fotográfico de los trabajos realizados.</li> <li>– Registros contingencias atendidas</li> </ul> EJECUTOR: PG Las Pailas	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
Suelo 01 U2P #20	Movimientos de tierra – conformación sitios de construcción (1) a (7) Torre de enfriamiento – emisión de gases no condensables H <sub>2</sub> S (23)	Suelo	Aumento de la erosión, cambio superficial del suelo (excavaciones y escombros).- Riesgo de cambios en la composición química de los suelos	Ley 7779: Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos. Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de suelos, y su reglamento Decreto 29375 MAG-MNAE-S-HACIENDA-MOPT.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseñar adecuadamente los cortes en las carreteras.</li> <li>2. Disponer de canales de agua para reducir el desbordamiento.</li> <li>3. Planos de diseño de las obras constructivas: excavaciones, rellenos, caminos, infraestructura, escombreras; deberán incluirse y detallarse los manejos de aguas y de suelos para la prevención de la perdida de suelo por erosión, así como las obras de estabilización y recuperación ambiental mediante revegetación de los sitios afectados..</li> <li>4. Llevar a cabo un análisis químico del suelo (,incluye Ph en H<sub>2</sub>O, Acidez, Ca, Mg, K, CICE en cmol (+) /L y Cu, Fe, Zn, Mn en mg/L., CIC + Bases en Acetato de Amonio (Ca, Mg, K, Na en cmol (+)/ Kg) en un radio de 1000 m en el perímetro de las instalaciones de Casa Máquina (2 campañas de muestreo) en un año antes del inicio de las operaciones y a 5 años de la entrada de la fase de operación. (Por lo menos 5</li> <li>5. sitios de muestreo / campaña de muestreo</li> <li>6. Aplicar Resolución No.1948-2008-SETENA 7.4 Manejo de taludes pág.17-18 - inc. 11 Manejo de aguas pluviales.</li> </ol>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas Director del CS Recursos Geotérmicos	Impulsar la conservación de los suelos de forma integrada a los demás recursos naturales.	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto.	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental – PG Las Pailas <ul style="list-style-type: none"> <li>– Informe trimestrales de la de prácticas para el manejo y conservación de suelos y aguas en el AP. (Fase de construcción en operación a criterio del gestor ambiental responsable ) Debe incluir al menos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe sobre manejo de la escorrentía superficial.</li> <li>• Informe sobre método de manutención de la capa 153edici-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.</li> </ul> </li> <li>– Planos de diseño de las obras constructivas: excavaciones, rellenos, caminos, infraestructura, escombreras</li> <li>– Línea base de la química del suelo.</li> </ul> EJECUTOR PG Las Pailas EJECUTOR CSRG	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Ruido-Electromecánica 01 U2P #21	Construcción de edificios y montaje del equipo electromecánica (18), (19)	Calidad de vida (ruido natural)	Generación de ruido y vibraciones por el montaje - funcionamiento del equipo electromecánico	Reglamento a la Ley Nacional de Emergencias Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido Procedimiento para la Medición del Ruido Constitución Política Código de Trabajo Ley General de Salud Ley sobre Riesgos de Trabajo Ley de Protección al TDE-28718-S – Reglamento para el control de la contaminación por ruido (Art. 20, Art. 23)	<p>1. 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 154edición. Deben garantizar los niveles adecuados permitidos por la ley, en el exterior de los edificios más cercanos a la planta, por decreto N° 28718-S, art. 20, según el diseño indicado en la Sección N° 2 del estudio técnico ambiental 2012, y en el Anexo No. 2 del presente estudio.</p> <p>2. En la medida de lo posible las pruebas (soplado de tuberías) se deberán efectuar al horario diurno, en caso de no ser posible, deberá utilizarse 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 de la planta de generación, deberán ser debidamente probados durante la fase de construcción de manera que se demuestre que cumplen con las eficiencias requeridas para garantizar el cumplimiento de la legislación.</p> <p>4. Debe verificarse que los sistemas para la extracción de gases no condensables, 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 para atender las eventualidades que se presenten al no cumplir los parámetros de emisión de ruido establecidos por ley.</p> <p>6. Disponer de equipo de seguridad y protección personal (orejeras, tapones) para personal expuesto a ruido</p>	<p><b>Director CS Diseño –</b> <b>Director del CS Recursos Geotérmicos – Director Proyecto Geotérmico Las Pailas</b></p>	Mantener los niveles de ruido producto de la operación y mantenimiento del campo, dentro de los límites permitidos por la normativa nacional aquí señalada.	\$ 770	<p>Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental – PG Las Pailas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Medidas 1 y 2: Informe de los resultados de las mediciones en las diversas pruebas. EJECUTOR PG Las Pailas</li> <li>– Medida 3: Especificaciones de los sistemas de silenciadores que cumplen con la legislación del ruido</li> <li>– Medida 4: Dispositivos de reducción de ruido en el equipo electro-mecánico y en el diseño del edificio que los albergará EJECUTOR CS DISEÑO</li> <li>– Reportes previos a los habitantes de su entorno de su ejecución (pruebas). EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> <li>– Diseños de los sistemas de silenciadores EJECUTOR PG Las Pailas</li> <li>– Medidas 5 y 6: Plan de Contingencia: Registro de ejecución de medidas correctivas. EJECUTOR PG Las Pailas</li> </ul>	Antes del Inicio de las actividades del proyecto (línea base)	Fin de la etapa de construcción

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Flora 01 U2P #22	Movimientos de tierra – conformación sitios de construcción (1) a (7)	Ecosistemas Flora	Corta de árboles en un bosque primario intervenido.	Ley Forestal N° 7575, Reglamento DE N° 25721, Ley Conservación de la Vida Silvestre N° 7317 y su Reglamento DE N° 32633. Ley Biodiversidad N° 7788 y su Reglamento DE N° 34433.	1. Llevar a cabo las actividades de tala de árboles solamente en aquellos sitios estrictamente necesarios. 2. Los trabajos deben ser realizados procurando el mínimo daño a la cobertura boscosa. 3. Obtener oportunamente los permisos de corta y tala de árboles, proporcionados por la autoridad correspondiente (MINAE, SINAC), en cumplimiento con la Ley Forestal.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas –	Cortar únicamente el área boscosa necesaria para cada obra.	El costo de implementación de esta medida estará incorporado en presupuesto constructivo (planilla del Proyecto	Gestión Ambiental – Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) – Informes trimestrales con los registros fotográficos, área con cobertura de bosque intervenida, cantidad de árboles talados versus árboles autorizados para corta – Permisos de corta de árboles EJECUTOR PG Las Pailas	Antes del Inicio de los movimientos de tierras	Fin de la fase de construcción
Flora 02 U2P #23	Fase constructiva acciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 20 y 25	Flora: Bosque maduro y bosque secundario	Reducción de la cobertura de bosques: primario y secundario.	Ley forestal N° 7575, y su Reglamento DE N° 25721, Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317 y su Reglamento DE N° 32633. Ley de Biodiversidad N° 7788 y su Reglamento DE N° 34433.	1. En el trazado de rutas de tuberías y caminos, en la medida de lo posible deberá evitar la corta de árboles gruesos de diámetros a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 40 cm, particularmente de especies de mayor importancia ecológica, éstos deben ser acatados por el personal de campo, los supervisores y encargados de obra. 2. Emplear personal capacitado para la corta y desrame de árboles, al igual que técnicas de tala dirigida para reducir daños al ecosistema. 3. Evaluar técnicas, maquinaria y equipo orientado a minimizar el impacto durante las labores de excavación, movimientos de tierra y materiales, montaje de la tubería, alcantarillado y línea eléctrica. 4. Elaboración y ejecución de un plan de tala con mapas delimitando el área boscosa a intervenir y programa de seguimiento para cada obra, con el objeto de comprobar el cumplimiento y desempeño de las acciones estipuladas. 5. Delimitar en el campo las áreas a intervenir y marcar los árboles a cortar (enumerados en el tronco y tocón). 6. Realizar inventarios de flora menor y arbórea con poblaciones reducidas, amenazada y en peligro de extinción del área boscosa del AP a intervenir, detallando abundancia y preferencia de hábitat por especie. 7. Elaboración de plan de rescate y reubicación de flora en zonas cercanas de bosques intervenidos o secundarios, considerando el status de protección, la abundancia y preferencia de hábitat por especie, detallando la 155edición, distribución y ubicación de los individuos por especie rescatada y los resultados de sobrevivencia, desarrollo y adaptación	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-	Cortar únicamente el área boscosa necesaria para cada obra, evitando dañar la vegetación circundante..	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) 1. Mapas con la ubicación y dimensiones de las rutas de las tuberías y caminos de acceso así como todas las demás obras, con la ubicación de los árboles a cortar enumerados. 2. Cursos al personal a cargo de la tala y troceo de la madera. Listas de asistencia firmadas y registro de evaluaciones del aprendizaje. 3. Informes de evaluación y ajustes al método constructivo para minimizar el área a intervenir. 4. Plan de tala del área boscosa a intervenir y programa de seguimiento por obra para verificar cumplimiento del plan. Informes trimestrales y bitácoras de seguimiento a emplear por el personal de gestión ambiental, que deben firmar los encargados de obra. 5. Áreas boscosas a intervenir delimitadas y árboles a cortar marcados (enumerados en el tronco y el tocón). 6. Informe del inventario de flora con la identificación de especies escasas, amenazadas y en peligro de extinción en área boscosa del AP a intervenir. 7. Plan de rescate. (Informes semestrales y bitácoras de seguimiento). EJECUTOR PG Las Pailas	Todos los indicadores deberán estar disponibles un mes previo a las labores.	Un mes antes de las labores constructivas deben estar listos todos los indicadores, excepto los informes, y bitácoras de seguimiento, durante de la fase constructiva.

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Continuación Flora 02 U2P #23	Fase constructiva acciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 17, 20. Y 25	Flora: Bosque maduro y bosque secundario	Reducción de la cobertura de bosques: primario y secundario	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.	8. Elaboración de planes del acondicionamiento final de las escombreras, contemplando conformación, 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. (Disponibles 3 meses previo al inicio de las labores). 9. Elaboración de planes reforestación y necesidades de producción de árboles, procurando la conectividad con sectores aledaños de bosque maduro y/o secundario, el diseño de plantación deberá ser una mezcla de al menos 10 especies arbóreas de rápido crecimiento. Para un mayor detalle referirse a la Sección Paisaje del Estudio Técnico Ambiental 2012 páginas 31 a 33. (Disponibles 3 a 6 meses previo al inicio de las labores restablecimiento de la cobertura vegetal). 10. Establecimiento de un invernadero para el rescate de plantas durante la fase constructiva. (Disponible un mes previo a las labores de corta)	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-	Compensar el área de bosque maduro y secundario cortado.	\$ 124	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos -Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)  8. Planes de acondicionamiento final de las escombreras y planos. 9. Planes, mapas y programación de la reforestación de escombreras detallando diseño de plantación mixta, composición florística y planes de manejo silvicultural. 10. Invernadero para rescate de flora y registros de la flora rescatada. 11. Planes, mapas y programación del establecimiento y manejo de pantallas vegetales.  EJECUTOR PG Las Pailas	Todos los indicadores deben estar disponibles antes del inicio de las obras.	Fase de abandono del proyecto

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)	
Continuación Flora 02 U2P #23	Fase constructiva acciones 1,2,3,4,5,6,8, 9, 10,17, 20 y 25	Flora: Bosque maduro y bosque secundario	Reducción de la cobertura de bosques: primario y secundario.	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.	11. En zonas de pastizal, si las condiciones de ubicación y el diseño lo permiten elaborar planes de establecimiento y manejo de pantallas vegetales para enmascaramiento de obras, en casa de máquina se recomienda utilizar franjas perimetrales de al menos 50 metros de ancho, con un diseño de plantación mixta de 8 o más especies rápidas, no caducifolias de varias alturas. Para tuberías, plataformas de perforación y estaciones separadoras, las pantallas deberán tener un ancho mínimo de 20 m con al menos 5 especies rápidas, no caducifolias, con copas anchas de follaje denso. Para mayor detalle del diseño y composición florística. Referirse a la Sección Paisaje Informe Técnico Ambiental 2012 página 24 a 33. (Disponibles 3 a 6 meses previo al inicio de las labores).  12. Elaboración de programas de seguimiento de la reforestación en las escombreras y pantallas vegetales, para corroborar el cumplimiento y la efectividad de estas medidas. (Disponibles 3 meses previo al inicio de las labores de restablecimiento de la cobertura forestal).	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas – CS Recursos Geotérmicos	Compensar el área de bosque maduro y secundario cortado.			Gestión Ambiental Centro Servicios Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Centro Servicios Gestión Ambiental Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas  12. Programa de seguimiento del proceso de recuperación de escombreras, establecimiento y manejo de pantallas vegetales. Durante los primeros años de establecimiento los informes serán anuales (fase constructiva); para etapas posteriores del desarrollo (fase de operación) deberán ser quinquenales durante la vida útil del proyecto. 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) Registros incremento medio anual de las especies utilizadas, con mediciones cada 3 años. En el caso de la reforestación de escombreras el indicador de cumplimiento será el área reforestada, los indicadores de la efectividad de la restauración ecológica serán: i) Identificación y abundancia de especies colonizadoras, tanto heliófitas durables como esciófitas ii) Caracterización de la estructura vertical y composición florística por estrato.	El 14 y el 15 deben estar disponibles 3 meses antes del inicio de las obras. Los informes y bitácoras de seguimiento de la reforestación, durante los primeros años de establecimiento serán anuales; para etapas posteriores del desarrollo serán cada 5 años.	Fase de abandono del proyecto

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Flora 03 U2P #24	Fase constructiva acciones 1,2,4,5,6,7,8, 9, 10,17, 20y25	Flora: Pastizal arbolado	Alteración de procesos fisiológicos y reproductivos de flora del pastizal	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.	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. Detallando programación de labores, maquinaria, equipo y técnicas correspondientes.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas	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.	Incluido en el costo de la medida anterior	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) – Planes y mapas de restauración de áreas afectadas por obras temporales, EJECUTOR PG Las Pailas	Un mes antes del inicio de las labores	Al cierre de la fase de construcción
Fauna 1 U2P #25	Movimiento de tierras Labores de operación y mantenimiento del campo geotérmico(25)Mantenimiento de la planta geotérmica (aceites y compuestos químicos)	Ecosistema - Fauna	Alteración de la fauna silvestre,	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE	Contratar un profesional en biología, para capacitar y administrar el personal para el rescate y reubicación de la fauna silvestre.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas – Director del CS Recursos Geotérmicos	Atender contingencias provocadas por la presencia de la fauna silvestre en el sitio que pongan en riesgo al personal y atrasos en los procesos operativos.	Costo considerado en el presupuesto de nómina de las operaciones (biólogo) + \$ 5 000 (compra dispersores)	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas. – Presencia de un profesional en biología en la planilla – Desglose de sus funciones EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG	Antes del Inicio de las actividades del proyecto (línea base)	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

(26)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Fauna 2 U2P #26	Fase Construcción. Movimientos de tierra. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: (1), (2), (3C), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10). Edificios. Número de acción (es) de la matriz causa- efecto 14), (17). Transmisión (LT – ST). Número de acción (es) de la matriz causa- efecto 21).	Fauna Acuática: Ictiofauna, Invertebrados acuáticos, Anfibios y Reptiles.	Pérdida de la ictiofauna local anfibios y reptiles por el aumento de la turbidez en quebradas, ríos y nacientes. Pérdida de nichos ecológicos de los adultos de anfibios y reptiles (alteración de suelos)	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE- Decreto 33903 MINAE-S Reglamento Evaluación y Clasificación Calidad de Aguas Superficiales	<p>1. Contemplar en el diseño de las obras los elementos necesarios para la reducción de la carga de arrastre de sedimentos en los ríos y quebradas del AP (sedimentadores, disipadores de 159edición, canalización de las aguas y drenajes. 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 159edición159 constructiva, dichas obras deberán aparecer localizadas dentro del plano constructivo</p> <p>2. Establecer un programa de mantenimiento de los sistemas de sedimentación y de calidad del agua, el monitoreo de los mismos. Los parámetros medibles quedarán a criterio del profesional responsable de las mediciones.</p> <p>3. Frecuencia de monitoreo: el establecido por la legislación vigente y en cuanto a sedimentos, en lo posible realizar semanalmente observaciones (visual cualitativa) de fácil medición de campo durante la fase de construcción y mensualmente los demás parámetros.</p> <p>4. En la medida de lo posible ubicar sitios de escombreras en lugares alterados como pastizales, pastizales poco arbolados o charrales. Las escombreras deben tener sistemas de drenajes y retención de sedimentos para reducir su vertido en cuerpos de agua.</p>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-	Reducir el incremento en la concentración de sedimentos y la afectación de la fauna acuática existente en los ríos y quebradas del AP.	Los costos asociados a las obras civiles, no se incluyen en la implementación de esta medida, ellos serán contemplados en el presupuesto constructivo del proyecto	<p>Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Informe de diseño de obras de retención de sedimentos:</li> <li>– Informe periódico de resultados de calidad del agua.</li> <li>– Programa de mantenimiento de los sistemas de sedimentación, en donde se debe de asignar personal y maquinaria, así como el responsable.</li> <li>– Informe de diseño de escombreras con planos constructivos, ubicación de sitios de escombreras y diseño de estructuras para retención de sedimentos.</li> </ul> <p>EJECUTOR PG Las Pailas</p>	Inicio de obras de construcción	Finalización etapa de construcción

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)	
Fauna 3 U2P #27	Fase de Construcción y Operación Aceites y compuestos químicos. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: (26).	Fauna Acuática: Ictiofauna, Invertebrados acuáticos y Herpetofauna	Afectación de la fauna acuática por la contaminación del agua (vertido de químicos y aceites)	Ley Orgánica del Ambiente No. 7554, Ley de Aguas. Reglamento sobre características de desechos peligrosos industriales No 27000-MINAE. Ley General de Salud No 5395 Reglamento sobre el manejo de basuras No 190440-S Reglamento para el manejo de desechos peligrosos industriales No 27001-MINAE	<p>1. Diseñar y construir obras civiles necesarias para el almacenaje y manipulación de hidrocarburos y sustancias peligrosas. (Hidrocarburos los cuales deben de estar dentro de los límites establecidos por la legislación vigente). Frecuencia de monitoreo: semestral. En la fase de construcción, informe y análisis de hidrocarburos cuando se detecte derrames o una posible contaminación. 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 (según la legislación nacional), dichos sitios deberán aparecer localizados dentro del plano constructivo. Elaborar protocolo para la atención de derrames, equipo y materiales (productos manufacturados para la absorción y retención de derrames) así como depósitos rotulados para el acopio de residuos de hidrocarburos y sustancias tóxicas según la Legislación Nacional. Frecuencia de monitoreo: mensual.</p> <p>2. Además debe de haber al menos dos personas por frente trabajo capacitados en la contención de derrames de hidrocarburos y fluidos geotérmicos</p> <p>3. –Elaborar y ejecutar un programa de monitoreo químico de las aguas de los ríos y quebradas del AP durante la fase de construcción y operación, que permita detectar contaminantes y sus orígenes.</p> <p>4. Contar con los implementos para la contención de derrames y poner en práctica un programa de capacitación al personal sobre su uso.</p> <p>5. –Elaborar un plan de contingencia el cual detecte, prevenga y atienda eventuales derrames y malas prácticas en el manejo de sustancias químicas peligrosas e hidrocarburos.</p>	<p><b>Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas – Director del CS Recursos Geotérmicos</b></p>	<p>Reducir la contaminación ocasionada por hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas que afecten la fauna acuática.</p>	<p>Los costos asociados a las obras civiles, no se incluyen en la implementación de esta medida, ellos serán contemplados en el presupuesto constructivo del proyecto.</p>	<p>Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Informe de resultados de calidad de agua: Resultados de análisis fisicoquímicos EJECUTOR CSRG</li> <li>– Informe sobre diseño de sitios para almacenaje de hidrocarburos y sustancias tóxicas. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> <li>– Protocolo para la atención de derrames, equipo y materiales (productos manufacturados para la absorción y retención de derrames). Depósitos rotulados para el acopio de residuos de hidrocarburos y sustancias tóxicas según la Legislación Nacional. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> <li>– Programa de monitoreo químico de las aguas de los ríos y quebradas del AP. EJECUTOR CSRG</li> <li>4. Plan de contingencias para la atención de derrames de los vertidos químicos y aceites EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> </ul>		<p>Inicio de obras de construcción e ingreso de maquinaria al área de proyecto.</p>	<p>Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)</p>

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Fauna 4 U2P #28	Fase de Construcción y Operación Número de acción (es) de la matriz causa-efecto <sup>①</sup> , (2), (3C), (4), (5), (6), (7), (8), (14), (17), (21).	Herpetofauna	Pérdida del hábitat Reducción de sitios de alimentación, reproducción y protección. Distorsión del comportamiento por modificación del hábitat. Migración a otros hábitats. Disminución de individuos o poblaciones (Tala de árboles, 161edición 161e de tierras, interrupción de paso de fauna, atropello y colecta)	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE Convenio 7416: Convenio sobre Diversidad Biológica. Ley Orgánica del Ambiente N° 7574 Ley Conservación de Vida Silvestre N° 7317 Ley Forestal N° 7575 Ley de Biodiversidad N° 7788 Convenio 7513: Convenio Centroamericano Regional sobre Cambio Climático. Ley N° 7226 Convenio Constitutivo de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. Ley de Aguas. N° 276.	1. Monitoreo biológico de herpetofauna durante la fase de construcción, para determinar la diversidad y abundancia, identificar el comportamiento biológico/reproductivo de las especies y las variaciones de la población en la fase constructiva y de operación. 2. Capacitación al personal del Proyecto en el manejo y protección de herpetofauna (principalmente serpientes venenosas). 3. Capacitación al personal en el manejo de fauna y debidamente equipado, dentro de las instalaciones y obras del AP en la fase construcción y de operación, el cual debe ser coordinado por un biólogo, de planta. 4. Realizar rescate de fauna, para brindarles primeros auxilios, y reubicación durante la fase de construcción (tala de árboles, remoción de cobertura vegetal y movimientos de tierra). Aplicar protocolo de 161edición clínicos y protocolo de rescate de fauna. 5. Colocación de reductores de velocidad, señalización vial y capacitación del personal de obra, del manejo de maquinaria y vehículos para reducir la ocurrencia de atropellos, llevar un registro fotográfico. 6. Elaboración de un monitoreo mensual de herpetofauna para determinar la diversidad, abundancia, sobrevivencia y efectos de la pérdida de hábitat en la fase constructiva y de ejecución de proyecto. 7. Elaboración de un plan de reforestación con especies nativas en los sitios de obras que luego de la fase de construcción no se utilicen más para este propósito, de manera que se recupere parte del hábitat perdido.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas- Director del CS Recursos Geotérmicos	Reducir la pérdida de herpetofauna del AP debido a la pérdida del hábitat por efecto de la fase constructiva y ejecución del Proyecto. Promover la sucesión natural asistida con reforestación con especies nativas en sectores propuestos para conectividad de bosques.	300	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.  – Informe semestral que integre los resultados del inventario mensual de la herpetofauna para determinar efectos antropogénicos e iniciar medidas para reducir los posibles efectos negativos. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG  – Plan de reforestación con especies nativas. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG  – Informe mensual (durante la fase de construcción) sobre las actividades del rescate de fauna siguiendo los lineamientos establecidos en la legislación vigente. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG  – Reductores, señalización vial colocados en la vía según análisis previo. Registro fotográfico EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG  – Registro de las capacitaciones dadas al personal. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG	Inicio de obras de construcción	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Fauna 5 U2P #29	Fase de Construcción y operación Número de acción (es) de la matriz causa-efecto①), (2), (3C), (4), (5), (6), (7), (10) y (12).	Ornitofauna y Mastofauna	Alteración del hábitat de la fauna silvestre por eliminación de la cobertura vegetal	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317  Ley de Biodiversidad, N° 7788 Ley Forestal, N° 7575 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633- MINAE  Ley N° 3763  Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley N° 7416 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005 y 2013	1. Ubicar en la medida de lo posible los sitios de escombreras en lugares ya alterados como pastizales, pastizales poco arbolados o charrales.  2. Reforestación de escombreras y áreas aledañas a los sitios de obras que implican deforestación (plazoletas, satélites, caminos etc). La reforestación debe contemplar especies nativas, y en lo posible especies que se encuentran en el lugar antes de la intervención y especies de rápido crecimiento, atractivas para la fauna que brinden alimento (ejemplo guarumos, lengua de vaca, capulín etc)  3. Se debe dar mantenimiento por cinco años a las áreas reforestadas, para garantizar la sobrevivencia y desarrollo de los árboles plantados.  4. Realizar un monitoreo mensual de aves y mamíferos en el área de proyecto (AP) durante la fase de construcción para determinar la diversidad y abundancia de las especies que permita dar seguimiento a la efectividad de las medidas propuestas para el restablecimiento forestal y la fauna silvestre. (En la fase de operación quedará a criterio del biólogo responsable)	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-  Director del CS Recursos Geotérmicos	Compensar la eliminación de cobertura vegetal en áreas aledañas que no estarán sujetas a intervención por parte del proyecto o que luego de la fase constructiva no se utilizarán más, de forma que se garantice la disponibilidad de hábitats similares para las especies de fauna presentes en las áreas 162edición.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas  – Diseño de escombreras con planos constructivos, ubicación de sitios de escombreras y diseño de sistemas de retención de sedimentos. EJECUTOR PG Las Pailas  – Registro fotográfico de los sitios reforestados, antes y después de la intervención y de la reforestación. EJECUTOR PG Las Pailas  – Registros de los mantenimientos a las áreas reforestadas EJECUTOR PG Las Pailas  – Informe semestral con los resultados del monitoreo de aves y mamíferos. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG	Inicio de las obras del PG	Cinco años después de la fase de construcción del PG.

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Fauna 6 U2P #30	Fase de Construcción Número de acción (es) de la matriz causa-efecto <sup>⑧1), (2), (3C), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (12), (14), (15), (17), (19), (20), (21). Fase de Operación. Emisión de ruido y vibraciones. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto<sup>⑧24)</sup></sup>	Ornitofauna y Mastofauna	Cambios en la diversidad y abundancia de aves y mamíferos (reducción de nichos, mortalidad e incremento del ruido).	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317, Ley de Biodiversidad, N° 7788 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763 Ley N° 7416, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002	<p>1. Determinar las rutas de paso de fauna en los caminos y tuberías dentro del AP. El diseño y ubicación de los puentes de pasos aéreos y terrestres se colocarán en los sitios que se consideren adecuados y necesarios por el biólogo de planta. En general se recomienda la construcción de pasos para la fauna terrestre tipo zanja o paso de desnivel por debajo de las tuberías distanciados cada 40 o 50 m, con una altura del suelo al tubo mínima de 1.20m. Si las condiciones topográficas en algunos sitios permiten alturas similares de manera natural se puede obviar construir estos pasos.</p> <p>2. Regular la velocidad de tránsito vehicular, colocando señalización vial y avisos de precaución que indican presencia de animales en la vía.</p> <p>3. 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 y terrestres).</p> <p>4. El biólogo de planta deberá coordinar las acciones necesarias para la atención y 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 163edición clínicos y protocolo de rescate de fauna (en proceso de normalización en el CGA, PySA).</p>	<p><b>Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-</b> <b>Director del CS Recursos Geotérmicos</b></p>	Reducir la muerte de aves y mamíferos silvestres por atropello así como el estrés y desplazamiento ocasionado por el ruido y la presencia de maquinaria.	15	<p>Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Diseños y puentes de pasos aéreas EJECUTOR PG Las Pailas</li> <li>– Presencia de rótulos restrictivos de velocidad. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> <li>– Monitoreos semanales por personal del área de biología, durante la etapa de construcción del proyecto, para determinar la ubicación de los puentes de paso. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> <li>– Informe semestral sobre especies de la fauna detectadas o reportadas por los trabajadores presentes en el AP y que hacen uso de los dispositivos de paso y cuales rutas de paso son utilizadas con una mayor frecuencia de manera que sirva de mejora continua para la futura implementación de este tipo de medidas en proyectos venideros. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> <li>– Registro de animales silvestres tratados, curados o rescatados y reubicados en el área del proyecto. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG</li> </ul>	Inicio de las obras del PG	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil).

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Fauna 7 U2P #31	Fase de Construcción Número de acción (es) de la matriz causa-efecto <sup>⑯14), (16), (19).</sup> Fase de Operación. Emisión de ruido y vibraciones. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: Número de acción (es) de la matriz causa-efecto. (24), Recolección – disposición de desechos sólidos y líquidos. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto <sup>⑯28)</sup> .	Ornitofauna y Mastofauna	Modificación de hábitos alimenticios de algunos mamíferos y aves (por ruido y desechos ordinarios)	Ley de Bienestar Animal, N° 7451 Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Ley Forestal, N° 7575 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763 Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley N° 7416 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2005	1. Considerar en la medida de lo posible el diseño de la infraestructura con materiales aislantes de ruido. Elaborar plan de monitoreo biológico que incluya metodología de investigación de los efectos del ruido sobre aves y mamíferos en las zonas de impacto por esta causa. La frecuencia y alcance de los muestreos debe estar sujeta al criterio del biólogo responsable. 2. Verificar que se cumpla con los niveles de ruido según la legislación vigente. 3. Incluir en el plan de manejo integral del Proyecto los residuos sólidos ordinarios, que impida el acceso a ellos por parte de la fauna silvestre y apegado a directrices del SIGIR-PySA.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas – Director del CS Recursos Geotérmicos	Reducir el estrés y desplazamiento de mamíferos silvestres a causa del ruido y actividad humana. Evitar la interacción de los animales silvestres con el ser humano. Conocer la afectación real del ruido de las obras hacia la fauna, de manera que sirva de mejora continua para la futura implementación de este tipo de medidas en proyectos venideros	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.  – Plan de monitoreo biológico de los efectos del ruido sobre las aves y mamíferos. EJECUTOR CSRG  – Informe semestral de los resultados de la investigación sobre los efectos del ruido sobre la fauna. Incluye registro de especies que ingresan a los sitios de obras en busca de alimento, que hacen uso de las estructuras físicas o van de paso. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG  – Registro de personal capacitado e informado del plan de manejo de residuos. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG  – Presencia de rótulos informativos acerca de la prohibición de alimentar fauna silvestre. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG  – Registro de cantidad y tipo de residuos sólidos ordinarios generados. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG	Inicio de actividades de la fase constructiva del proyecto.	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil).

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)	
Fauna 8 U2P #32	Fase de Construcción. Línea de distribución 34.5 Kv. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto <sup>③20)</sup> .	Ornitofauna y Mastofauna	Mortalidad de aves y mamíferos por electrocución.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317, Ley de Biodiversidad, N° 7788 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633- MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763 Ley N° 7416, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002	1. Utilizar cable semi-aislado en toda la extensión de la línea que atraviese zonas boscosas o en recuperación. 2. Ajustar el diseño de la línea a la red vial de acceso a las obras, evitando abrir nuevos carriles de paso a través de bosques o áreas en recuperación. 3. En la medida de lo posible ajustar el trazo de la línea para evitar corta de árboles, siguiendo las márgenes del camino que tenga menor impacto. 4. Llevar un monitoreo de la eventual afectación de la LD a la migración de aves dentro del AP (mortalidad). Periodicidad en lo posible en el primer año de construcción quincenal con informes trimestrales. Después de este la periodicidad quedará a criterio del biólogo de planta. En el caso que el responsable ambiental con base en los estudios respectivos recomiende la instalación de dispersores de aves en las líneas de distribución y transmisión	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-	Evitar la muerte de animales por electrocución.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.  5. Documento con diseño y planos de ruta de la línea de distribución. 6. Informe de diseño y áreas que requieren cable aislado y conos anti escalamiento. 7. Verificación de campo por medio de registro fotográfico de la instalación de los cables aislados y conos anti escalamiento. 8. Informe del monitoreo de la eventual afectación de la LT a la migración de aves dentro del AP.	EJECUTOR PG Las Pailas	Inicio de la fase constructiva de la línea de distribución.	Cierre de la fase de construcción de la línea de distribución.

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Fauna 9 U2P #33	Fase de Construcción y Línea de distribución 34.5 Kv. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto <sup>②0</sup> ). Fase de Operación. Empleo de Luminarias. Número de acción (es) de la matriz causa-efecto: (27)	Herpetofauna, Ornitofauna, Mastofauna e Insectos	Afectación de los ciclos biológicos de insectos y otras especies de la fauna silvestre. (Contaminación lumínica)	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Ley Forestal, N° 7575 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633- MINAE, Ley N° 3763 Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley N° 7416 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002 y 2013	1. Durante la etapa de operación en lo posible en la fase de construcción utilizar luminarias de mercurio o luz amarilla o luces de neón para disminuir la afectación a la fauna por contaminación lumínica. 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, se recomienda el uso de cobertores grandes en forma de campana, colocada aproximadamente a 8,5 metros de altura. Instalar las luminarias estrictamente necesarias y apagarlas cuando no se necesiten.  2. Realizar un estudio para determinar las repercusiones de las luminarias en los insectos y otros tipos de fauna	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas- Director del CS Recursos Geotérmicos Director del Centro de Generación	Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico y de la planta del proyecto	9. Presencia de luminarias adecuadas según medida y diseño ambiental propuesto. EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG – CG Las Pailas  10. Informe final del estudio de las repercusiones de las luminarias sobre insectos y fauna conclusiones y recomendaciones. EJECUTOR CSRG	Inicio de actividades de la fase constructiva del proyecto.	Durante la fase constructiva y operativa del proyecto.

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Patrimonio 01 U2P #34	Movimiento de tierras (01),(02), (03), (04), (05), (06), (07)	Patrimonio	Alteración de sitios arqueológicos	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>1. 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.</p> <p>2. Requiere disponer de un profesional en arqueología.</p>	<b>Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-</b>	Prevenir, mitigar y compensar el deterioro del Patrimonio Arqueológico.	Los gastos de nómina están incorporados en el presupuesto de la construcción y la gestión del campo geotérmico.	<p>Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA)</p> <p>Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Propuesta de trabajo marco que incluya todas las etapas de investigación arqueológica que se realizarán en el proyecto.</li> <li>– Reportes aprobados por la Comisión Arqueológica Nacional (CAN) según la legislación vigente sobre patrimonio arqueológico.</li> <li>– Registros de los monitoreos 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.</li> </ul> <p>EJECUTOR: PG Las Pailas</p>	Antes del Inicio de las actividades del proyecto (línea base)	Fin de la construcción del proyecto

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Escombreras 01 U2P #35	Movimiento de tierras – conformación sitios de construcción - Escombreras Perforación Obras (08), (09), (10)	Paisaje (formas de relieve, vegetación – huellas de erosión)	Cambio de la naturaleza del paisaje debido a los sitios de escombreras.	Ley orgánica del Ambiente No. 7554, Reglamento para prevención de la contaminación visual, De. No. 35860-MINAET	<p>1. En la medida de lo posible el terreno seleccionado para ubicar la escombrera debe carecer de vegetación boscosa.</p> <p>2. Para los sitios de escombreras se deben considerar medidas geotécnicas apropiadas, lo que significa que deben tener la capacidad para soportar el material acumulado, que no se encuentre en un área de recarga de agua y que no sean vulnerables a las amenazas naturales (inundaciones, llicuefacción, deslizamientos de tierra y avalanchas).</p> <p>3. Disponer de autorización del propietario (en caso de que no pertenece al ICE), de acuerdo con lo establecido en la presente legislación.</p> <p>4. Transportar el material en vehículos con lona que cubra la carga, para reducir los derrames en el camino. Definir las rutas de acarreo de materiales y sitios de escombrera.</p> <p>5. Diseñar adecuadamente los sitios de escombrera y aplicar métodos de construcción y cierre de escombreras para tener una inclinación no mayor al 15%. Considerar los espacios correspondientes, establecidos en la legislatura para los cuerpos de agua existentes.</p> <p>6. El sitio de la escombrera debe contener una entrada apropiada para la maquinaria o debe ser mejorado y habilitado para este fin.</p> <p>7. La acumulación de materiales debe hacerse de tal manera que se ajuste a las condiciones geomorfológicas del terreno, según criterios geotécnicos, garantizando la estabilidad, de tal forma que no se convierta en una amenaza para otros, desde el punto de vista del espacio de la tierra. Este material debe ser compactado.</p> <p>8. Aplicar la Resolución No.1948-2008-SETENA.</p> <p>7.5 Escombreras pág.18-19 / 11 Manejo de aguas pluviales pág. 22-23</p> <p>9. La capa superior del sitio de la escombrera debe ser cubierta con tierra orgánica, de tal manera que se facilite su revegetación en el menor tiempo posible.</p> <p>10. En ningún caso, como resultado de las actividades de remoción de tierras, los escombros deben depositarse en el cauce de un río o cualquier otro cuerpo de agua, ni tampoco en laderas escarpadas, bosques o zonas con árboles.</p> <p>11. Plantar vegetación en los sitios utilizados como escombreras.</p>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-	Disminuir el impacto visual sobre la escena natural del paisaje causado por el proceso de manejo de escombreras preparación de terrenos y construcción de edificaciones (obras civiles. Reducir los procesos de erosión en el AP – Restitución de la cobertura boscosa	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto.	<p>Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos - Centro de Servicios Gestión Ambiental. Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plano topográfico (curvas /2 m) de los terrenos de las escombreras- rutas de acarreo de los escombros</li> <li>- Diseño de la escombrera (con las obras de manejo de escorrentía, control de erosión y volúmenes máximos de escombros a depositar )</li> <li>- 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).</li> <li>- Planes, mapas y programación de la reforestación de escombreras detallando diseño de plantación mixta, composición florística y manejo silvicultura (Disponibles 1 año previo al abandono del sitio de escombrera).</li> </ul> <p>EJECUTOR: PG Las Pailas</p>	Antes del Inicio de las actividades de conformación de los sitios de escombreras )	Fase de abandono de la escombrera.

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Servicios básicos 01 U2P #36	Labores de operación y mantenimiento del campo geotérmico (25) Mantenimiento de la planta geotérmica (aceites y compuestos químicos) (26)	Condiciones de trabajo – Servicios	Aumento en la demanda de los servicios básicos. (Agua potable para consumo humano)	Ley Orgánica del Ambiente, Ley General de Salud, N° 5395, N° 7554	Construir un acueducto para el suministro del agua potable para la nueva planta de generación eléctrica, así como para reforzar el acueducto local de la comunidad de Curubandé. Referirse Sección Servicios básicos página 37-38 del Estudio Técnico Ambiental del 2012 y su Anexo No.7. El diseño y mantenimiento del acueducto, será responsabilidad del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado (AyA), el ICE lo construirá, para ello mediará la firma de un Convenio de Cooperación entre ambas Instituciones. Esta medida dependerá de los resultados de los estudios de disponibilidad de este recurso en la zona por el AyA	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-	Compensar las condiciones socioeconómicas y necesidades de infraestructural comunal	\$ 350	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Centro de Servicios Gestión Ambiental. Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas. – Convenio de colaboración ICE/AyA – Diseño e informe del proceso de avance de la construcción del acueducto. EJECUTOR: PG Las Pailas	Antes del Inicio de la fase producción	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Salud Ocupacional 01 U2P #37	Fase de construcción Labores de operación y mantenimiento del campo geotérmico (24) Mantenimiento de la planta geotérmica (aceites y compuestos químicos) (25)	Condiciones de trabajo – Salud Ocupacional	Aumento en el número de accidentes relacionados con el trabajo. (Seguridad Ocupacional)	Reglamento a la Ley Nacional de Emergencias Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido Procedimiento para la Medición del Ruido Constitución Política Código de Trabajo Ley General de Salud Ley sobre Riesgos de	<p>1. Cumplir con las normas técnicas y procedimientos institucionales en materia de seguridad y salud ocupacional (Salud Ocupacional).</p> <p>2. Establecer un programa de seguridad y salud ocupacional, según la legislación actual, adaptada a las condiciones del sitio donde el trabajo se llevará a cabo. Divulgación y capacitación del programa a los trabajadores del proyecto.</p> <p>3. Definir las medidas de seguridad, por ejemplo, para prevenir y reducir la caída de objetos y poniendo en peligro tanto las cosas y las personas en los niveles inferiores.</p> <p>4. Colocar la hoja de seguridad y el manual de productos peligrosos en los almacenes correspondientes. De tal manera que esté a la disposibilidad de todos los empleados. Según la legislación actual.</p> <p>5. Crear políticas para el equipo de protección personal (EPP), y entrenar al personal su uso adecuado.</p> <p>6. Colocar los extintores portátiles y equipos médicos para primeros auxilios en el sitio del proyecto, que se mantendrá en condiciones operables. Asegurar la permanencia de un paramédico.</p> <p>7. Montar un sistema para el monitoreo control de incendios forestales en el perímetro de las nuevas instalaciones</p> <p>8. Aplicar Resolución No.1948-2008-SETENA inc. 12 Seguridad laboral e higiene ocupacional pág.23</p>	<p><b>Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas</b></p> <p>Prever la ocurrencia de incidentes/accidentes en los sitios de alto riesgo. Capacitar al personal en materia de seguridad ocupacional. Verificar el buen mantenimiento de los equipos de protección personal. Cumplir las acciones en materia de seguridad y salud ocupacional de antes y después de realizadas las labores según la Instrucción de Trabajo:</p>	<p><b>Director del CS Recursos Geotérmicos</b></p> <p>Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto + \$12</p>	<p>Gestión Ambiental - Centro de Servicios Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental (CSGA) Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.</p> <p>– Registros de monitoreados que cumplen con los parámetros establecidos por la legislación / Total de monitoreos o mediciones realizadas.</p> <p>EJECUTOR PG Las Pailas – CSRG- CG Las Pailas</p>	<p>Durante toda la Etapa de construcción, operación de la planta y manejo del campo geotérmico</p>	<p>Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)</p>	

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Social 01 U2P #38	Ampliación y construcción (6.5 km) (1), (8), (11), (14), (17), (18), (21), (22), (23), (24), (25), (26), (28),	Alteración de cotidianidad de las comunidades (6.5 km) (1), (8), (11), (14), (17), (18), (21), (22), (23), (24), (25), (26), (28),	Impacto ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida(s) ambiental(es) (5)	Responsable (es) (Ejecución) (6)	Objetivos ambientales (síntesis de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Social 02 U2P #39	Ampliación y construcción de accesos (1) y (14)	Percepción local	Generación de expectativas en cuanto a los beneficios del proyecto en las comunidades de influencia social.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2013 Ley General de Salud, N° 5395	1. Efectuar oportunamente eventos para el reclutamiento de personal (feria de empleo) en la comunidad de Curubandé, promoviendo la participación de la población de las comunidades de influencia social del Proyecto. Se debe procurar el mayor acceso a la información posible y que se cuente con la participación de personal capacitado e informado del tema de contrataciones.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas	Evitar conflictos sociales con las comunidades de influencia social del proyecto.	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Centro de Servicios Gestión Ambiental. Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.  1. Listas de asistencia y minutos de reuniones con los grupos comunales del área de influencia social directa. 2. Informe de la actividad, registro de participantes y fotográfico. Elaborar una encuesta de evaluación de la actividad por parte de los participantes.  EJECUTOR: PG Las Pailas	Previo a la construcción.	Finalización de la etapa constructiva.
Social 03 U2P #40	Ampliación y construcción de accesos (6.5 km) (1), (2), (6), (8), (11), (13), (17), (19), (23), (27)	Seguridad vial	Generación de riesgo de accidentes de tránsito en las rutas de traslado de maquinaria y personal	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2013 Ley General de Salud, N° 5395	1. Construcción de reductores de velocidad en la comunidad de Curubandé, San Jorge y Parcela Santa María, en las áreas cercanas a las Escuelas. 2. Señalización peatonal para paso de 172edición172es frente a las escuelas de Curubandé, Rincón de la Vieja y San Jorge. 3. Elaboración de un programa de seguridad y salud ocupacional que contemple la manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas para el proyecto respetando la legislación vigente. 4. Elaborar e implementar un Plan de control de velocidad: a) Instalación de señalización vertical para prevención. b) Rotulación de vehículos institucionales y alquilados que permita la identificación, en caso necesario. c) Habilitar un canal de comunicación telefónica y electrónica para la denuncia de comportamientos inadecuados de funcionarios y contratistas del proyecto. d) Gestionar charlas en escuelas del área de influencia social de educación y seguridad vial. e) Utilizar cobertores en las vagonetas para minimizar el polvo. 5. Colocación de malla perimetral en la Escuela de San Jorge 170 metros de longitud por 2.4 metros de altura y portones frontales para la entrada y salida de la población estudiantil.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas –	Asegurar las condiciones óptimas de la infraestructura vial de las comunidades del área de influencia social del proyecto.  Prevenir en las comunidades la posibilidad de ocurrencia de accidentes u otro tipo de riesgo asociados al aumento vehicular y de maquinaria pesada relacionada con el proyecto.	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Centro de Servicios Gestión Ambiental. Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.  1. Registro fotográfico de los reductores de velocidad. 2. Registro fotográfico de la señalización peatonal en las comunidades. 3. Informes semestrales sobre la implementación del programa de seguridad y salud ocupacional. 4. Colocación de la señalización vertical de prevención (registro fotográfico). 5. Informe de implementación del plan de control de velocidad, registro de quejas, consultas y sugerencias por parte de los habitantes de las comunidades, protocolo de atención de las mismas. 6. Número de charlas realizadas en las Escuelas, registro de participantes. 7. Registro fotográfico de la colocación de la malla perimetral en la Escuela de San Jorge  EJECUTOR: PG Las Pailas.	Previo a la construcción.	Previo a la construcción.

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Social 04 U2P #41	Ampliación y construcción de accesos (6.5 km) (1), (8), (11), (13), (14), (16), (18), (24), (25), (26), (27), (28),	Actividad Turística.	Generación de riesgo de accidentes a los turistas que se trasladan por el área de proyecto (AP).	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2013 Ley General de Salud, N° 5395	1. Implementar mecanismos de comunicación con los empresarios turísticos principalmente de los hoteles Hacienda Guachipilín y Rincón de la Vieja Lodge así como a la administración del Parque Nacional Rincón de la Vieja en relación con el avance de las obras. 2. Colocar rótulos (señalización vertical) en sitios cercanos a los frentes de trabajo, que indique de la construcción del proyecto y prevenga del paso de vehículos y maquinaria pesada a los turistas en la medida de lo posible el idioma español e inglés. Principalmente para el acceso al Parque Nacional Rincón de la Vieja.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas-	Mantener informados del avance del proyecto a los empresarios más cercanos al área de construcción del proyecto. Prevenir la ocurrencia de accidentes y fomentar las buenas relaciones con los actores sociales de la zona.	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos – Centro de Servicios Gestión Ambiental Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.  1. Cantidad de reuniones con los actores turísticos y “mecanismos de comunicación implementados. 2. Registro fotográfico de la colocación de la señalización.  EJECUTOR: PG Las Pailas.	Previo a la construcción.	Previo a la construcción
Paisaje U2P #42	Manejo de residuos – escombros (10 ) Transmisión (LT – ST) (22) Sistema reinyección trasiego de fluidos geotérmicos) (25) Labores de operación y mantenimiento del campo geotérmico	Paisaje	El cambio en la naturaleza del paisaje debido a la inserción de obras lineales.	Ley orgánica del Ambiente No. 7554, Reglamento para prevención de la contaminación visual, DE No. 35860-MINAET	1. Pintar los silenciadores con tonos verdes en armonía con el entorno y utilizar para el recubrimiento del aislante en las tuberías un tono similar al RAL 6003 – verde oliva, (la hoja genérica de color RAL). 2. En la medida de lo posible establecer una pantalla vegetal al costado Noreste de la casa de máquinas (en el lindero hacia el PN Volcán Rincón de la Vieja), propiedad del ICE, más la del costado Oeste en dirección al hotel. 3. En la medida de lo posible plantar árboles y arbustos en los cuatro costados de la casa de máquinas Emplear pantallas perimetrales de vegetación perennifolia en los linderos de la nueva planta en una franja con un ancho mínimo de 50 m 4. Enzacatar espacios abiertos en los alrededores de las obras dentro el nuevo plantel de generación 5. Creación de un registro fotográfico para evidenciar los cambios ocurridos antes y después del desarrollo de las actividades en el paisaje natural del sitio	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas –	Disminuir el impacto visual sobre la escena natural del paisaje.	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto + \$62	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos –Centro de Servicios Gestión Ambiental Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas.  – Registro fotográfico para evidenciar los cambios ocurridos antes y después del desarrollo de las actividades en el paisaje natural del sitio. – Registro de las pantallas perimetrales construidas  EJECUTOR: PG Las Pailas	Antes del Inicio de las actividades del proyecto (línea base)	Fin etapa de construcción

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)	
<b>MEDIDAS JICA 2013 – ICE AJUSTE PGA 2012 – FASE OPERACIÓN-MANEJO DEL CAMPO GEOTÉRMICO</b>												
Operación 01 U2P #43	8. Llevar a cabo un análisis químico del suelo, a un radio de 1000 m de las instalaciones de Casa Máquina (2 campañas de muestreo quinquenales) a partir 5 años de la entrada	Torre enfriamiento – emisión de gases no condensables (H <sub>2</sub> S) (23)	Calidad del Aire	Emisiones de gases no condensables : lluvia ácida	Ley Orgánica del Ambiente, No 7554	de la fase de operación, en los sitios cubiertos en fase constructiva – línea base – (Referencia medida # 20 del presente PGA). 2. Llevar un monitoreo de las concentraciones del H <sub>2</sub> S en la entrada al parque nacional Rincón de Vieja. Y en al menos 4 sitios adicionales fuera de los linderos de la planta (al norte, sur, este y oeste), con una frecuencia trimestral sujeta a variación a criterio del gestor ambiental 174 edición del primer año de operación. 3. Montar una compañía de muestreo de las aguas de lluvia por medio de estaciones ubicadas tanto en el AP como en AID. Se debe elaborar informes de seguimiento trimestrales que incluyan: Medida 1: Ph promedio 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.	Director del CS Recursos Geotérmicos	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.	Costo incorporado en el presupuesto de funcionamiento del campo geotérmico del Proyecto	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos - Centro Servicios Gestión Ambiental. Gestión Ambiental Centro Servicios Recursos Geotérmicos. – Informes monitoreo una compañía de muestreo de las aguas de lluvia con estaciones ubicadas tanto en el AP como en AID. (Informes de seguimiento trimestrales) – Informes monitoreo una compañía de muestreo del suelo a 5 años de la entrada de operación de la planta.  EJECUTOR: CSRG	Previo al Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
Operación 02 U2P #44	Torre enfriamiento – emisión de gases no condensables (H <sub>2</sub> S) (23)	Calidad del Aire	Emisiones de gases: H <sub>2</sub> S	DE-30221-S – Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5)	1. Llevar a cabo un seguimiento periódico de la concentración de H <sub>2</sub> S en el aire, en los alrededores de la nueva unidad generadora. 2. Ajuste de los umbrales permitidos de concentración de gas indicadas por la Organización Mundial de la Salud sobre el H <sub>2</sub> S (≤ 0,1 ppm, promedio 24 horas) 9. Es conveniente realizar una revisión mensual del estado de los equipos de 174 edición del gas H <sub>2</sub> S se debe mantener un registro de los reportes de las inspecciones y de los informes de revisión. 4. A nivel interno de la CM número total de personal que podrían ser afectados / Número de personal, que podría ser capacitado en primeros auxilios (llevar un registro de las capacitaciones, y deben repetirse las capacitaciones en forma anual) 5. Llevar un monitoreo periódico de la concentración del H <sub>2</sub> S dentro los terrenos de la planta equipada. Sensores de concentraciones de H <sub>2</sub> S en los sitios confinados de las edificaciones de la planta.	Director del Centro de Generación Las Pailas (Planta)	Garantizar que la emisión de gases no condensables no produce efectos negativos sobre la salud de los trabajadores.	Costo incorporado en el presupuesto de funcionamiento del campo geotérmico del Proyecto	Centro de Servicios Gestión Ambiental. Gestión Ambiental Centro de Servicios Recursos Geotérmicos. Centro de Generación Las Pailas. – Informes de seguimiento semestrales que incluyan: Medida 1: número total de equipos de medición / número equipos funcionando en forma adecuada – Registro de los reportes de las inspecciones y mantener un registro de los informes de revisión. Registros con el número total de personal que podrían ser afectados / y que podrían ser capacitado en primeros auxilios (se debe llevar un registro de las capacitaciones, y deben repetirse las capacitaciones en forma anual) – Informes del monitoreo continuo de la concentración del H <sub>2</sub> S a y registros de los niveles de ruido. – Número de sensores de concentraciones de H <sub>2</sub> S en los sitios confinados de las edificaciones de la planta. EJECUTOR: CG Las Pailas	Previo al Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)	

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar 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 de compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (miles US\$) (8)	Supervisor(es) – Indicador(es) de Desempeño – Ejecutor(es) (9)	Momento de inicio (10)	Momento de conclusión (11)	
Operación 03 U2P #45	CM- Equipo electromecánico –emisión de ruido y vibraciones (23) (24) Labores de operación y mantenimiento del campo geotérmico(25)Mantenimiento de la planta geotérmica (aceites y compuestos químicos) (26))	CM- Equipo electromecánico –emisión de ruido y vibraciones (23) (24) Labores de operación y mantenimiento del campo geotérmico(25)Mantenimiento de la planta geotérmica (aceites y compuestos químicos) (26))	Ruido y las vibraciones generadas, por la operación de la planta.	Calidad de vida (ruido natural)	DE-28718-S – Reglamento para el control de la contaminación por ruido (Art. 20, Art. 23)	1. Realizar el monitoreo de los niveles de ruido a través de la instalación de estación fija dentro de los terrenos de la planta. Ajuste del umbral permitido en el Decreto 28718-S Control de la Contaminación del Ruido. 2. Monitoreo del ruido cuatro veces por año, incluye los siguientes escenarios: (emitir un informe (trimestralmente) a. Durante el período de perforación y prueba de pozos cada tres meses) b. Funcionamiento de la Planta, el nivel de ruido constante que se espera o promedio. c. Los acontecimientos de la planta (limpieza de tuberías) y los eventos inesperados de contingencia. 3. Elaborar 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 4. Disponer de un plan de contingencia: para ejecución de medidas correctivas ante eventuales fugas no controladas de gases no condensables y emisiones de ruido.	Director del CS Recursos Geotérmicos – Director del Centro de Generación Las Pailas	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 incorporado en el presupuesto de la operación de la planta geotérmica	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos - Centro Servicios Gestión Ambiental. Gestión Ambiental Centro Servicios Recursos Geotérmicos. Centro de Generación Las Pailas  – Monitoreo del ruido EJECUTOR CSRG – CG Las Pailas – Nivel de ruido medido / Límite permitido según el marco normativo horario diurno y nocturno del día. Dentro las instalaciones de la planta debe ser ≤ 1 – Registros mediciones mensuales con los gráficos de control de las mediciones realizadas. – EJECUTOR CSRG- CG Las Pailas – Plan de Contingencia: Ejecución de medidas correctivas. – EJECUTOR CSRG – CG Las Pailas	Antes del Inicio de las actividades del proyecto (línea base)	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
Operación 04 U2P #46	Labores de operación y mantenimiento del campo geotérmico y mantenimiento de la planta geotérmica (aceites y compuestos químicos)	Ecosistema - Fauna	Alteración a la fauna silvestre	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 "Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE	Establecer un programa de vigilancia de la incursión de la fauna silvestre dentro de los límites de la propiedad del ICE en esta nueva sección del campo geotérmico e instalaciones de la nueva unidad de generación (planta). Los alcances de este programa de vigilancia estarán sujetos al criterio del biólogo del campo geotérmico. Considerar épocas de reproducción criaderos, etc. Después de 5 años, la continuación del monitoreo será examinada de nuevo sobre la base de opiniones de expertos en biología.	Director del CS Recursos Geotérmicos	Cuantificar la variedad de especies y comportamiento en el tiempo Atender contingencias provocadas por la presencia de la fauna silvestre en el sitio que pongan en riesgo al personal o inconvenientes a los procesos operativos	Costo incorporado en el presupuesto de la operación de la planta geotérmica	Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos - Centro de Servicios Gestión Ambiental. Gestión Ambiental Centro de Servicios Recursos Geotérmicos. CG Las Pailas  – Registro del monitoreo de aves, anfibios, reptiles y mamíferos. Para el bosque y plantaciones forestales, una vez al año por un período de 5 años desde su entrada en operación. – Registro de observaciones y fotografías EJECUTOR CSRG	Una vez entra de la fase de operación de la planta	A criterio del especialista en biología a cargo de la su implementación	

\*Costo \$ 1 792

(\*) Costo: Columna incluye únicamente los costos asignados directamente por los expertos ambientales, adicionales a los considerados en el presupuesto constructivo y de operación del proyecto.

**Anexo 4. Informe Etapa Operativa y Monitoreo Ambiental de la Planta Pailas I.**



## **INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD**

**CENTRO DE PRODUCCION LAS PAILAS I**

**AREA DE CONTROL QUIMICO**

**INFORME ETAPA OPERATIVA Y MONITOREOS AMBIENTALES**

**DEL AREA DE PLANTA**

**Marzo a junio 2018**

**21/6/2018**

**ING. JORGE VINDAS EVANS MBA**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'JORGE VINDAS EVANS', is overlaid on a faint, larger, handwritten signature in purple ink that is mostly illegible but includes 'VINDAS' and 'EVANS'.

## CONTENIDO

### Introducción

A continuación, se presenta un resumen del seguimiento del plan de gestión ambiental de la Planta Geotérmica Las Pailas durante su operación para el *II trimestre del 2018*. Como el área de mantenimiento químico está dentro de la planta, se tiene un programa de trabajo con órdenes de trabajo y contacto permanente con el proceso y los aspectos ambientales a controlar.

### Objetivo del monitoreo y seguimiento ambiental

El monitoreo y seguimiento ambiental tiene como objetivo dar seguimiento al cumplimiento de las medidas ambientales propuestas en el Plan de Gestión ambiental y verificar que las recomendaciones y sugerencias emitidas en informes anteriores sean consideradas.

### Plan de Gestión Ambiental.

A continuación, se muestra información de las visitas y acciones ejecutadas según cada medida durante el II trimestre del 2018.

### Afectación al suelo y subsuelo por derrames de hidrocarburos (sitios de almacenamiento).

Bodega de inflamables:

- Se hizo una visita en junio y se revisaron las hojas de seguridad que ya tienen un cajoncito nuevo en buen estado.
- Se revisó el tanque de contención de derrames y está con algo de agua de lluvia, no hay señales de derrames de químicos.
- El kit de contención de derrames está en buen estado.
- El drenaje de piso está limpio.
- Revisión de los extintores en buen estado, están cargados, falta que está recargándose.
- La ducha funciona satisfactoriamente.
- La bodega está limpia.
- Hay rotulo informativo sobre transporte y manejo de químicos en su lugar.

Todos estos edificios y sistemas se mantienen operando satisfactoriamente al momento de la inspección.



**Figura 1.** Vista exterior de la bodega de inflamables en su parte frontal y posterior. Junio 2018.



**Figura 2.** Todos los extintores ya están en su lugar y recargados. Junio, 2018.



**Figura 3.** Vista interior de la bodega de inflamables y rotulación de incompatibilidades químicas. Junio 2018.



**Figura 4.** Kits de contención de derrames. Vista interior de la de la bodega de sustancias inflamables. Junio 2018.



**Figura 5.** Vista del tanque de contención de derrames, hay que sacar algo de agua de lluvia. Se puede observar la ausencia de derrames. Junio 2018.

Las bodegas de productos químicos se encuentran acomodadas según diseño y recomendaciones del regente químico. Para la visita realizada se observó que las bodegas se encuentran en buenas condiciones y los tanques están en buen estado.



**Figura 6.** Bodega de químicos en buen estado. Junio 2018.



**Figura 7.** Vista de la bodega de químicos.



**Figura 8.** Bodega de químicos y kit de contención de derrames en buen estado. Junio 2018.

#### **Afectación a la calidad de vida por ruido, vibraciones y emisiones.**

El área química hace monitoreos de ruido cada dos meses. Además, se cuenta con planes de mantenimiento por área de la unidad, tanto mantenimiento preventivo como predictivo para velar por su buen funcionamiento y reducción de ruidos, como que el edificio de la casa de máquinas tiene paredes gruesas con materiales que aíslan el ruido.

En las áreas más ruidosas es obligatorio el uso de protección personal como la turbina y bombas. La última medición de ruido se llevó a cabo en junio, el cual mostró valores de ruido dentro de los valores normales, esta información se muestra en el siguiente cuadro.



**Figura 9.** Equipo de medición de ruido y calibrador. Junio 2018.



**Figura 10.** Medición de fugas de pentano. Junio 2018.

**Cuadro 1. Mediciones de ruido en la Planta Geotérmica Pailas I realizadas en mayo 2018.**

RUIDOPROMEDIO 2016-2017	PLANTA GEOTERMICA LAS PAILAS									
	MEDICION DE RUIDO		# MUESTRA	HORA	TIEMPO DE MEDICION (MINUTOS)	MEDICION dB				OBSERVACIONES
	SITIO					MEDICION #1	MEDICION #2	MEDICION #3	PROMEDIO	
SALA DE CONTROL	DENTRO	1	10:06	1	58.5	58.6	58.5	58.5		
	FUERA (FRENTE)	2	10:04	1	82.4	82.2	82.6	82.4		
OEC #1	DENTRO	3	09:57	1	99.0	98.8	99.0	98.9		
	FUERA (FRENTE)	4	09:55	1	82.6	82.5	82.5	82.5		
OEC #2	DENTRO	5	09:48	1	96.2	96.0	96.2	96.1		
	FUERA (FRENTE)	6	09:46	1	80.3	80.2	80.2	80.2		
TORRE DE ENFRIAMIENTO	BOMBAS DE ENFRIAMIENTO	7	09:53	1	84.5	84.8	84.7	84.7	Bomba B parada	
	LADO DEL PARQUEO	8	10:10	1	85.6	85.7	85.7	85.7		
SILENCIADOR	EN EL SITIO	9	09:43	1	65.9	65.6	65.7	65.7		
BOMBAS DE REINYECCION	EN EL SITIO	10	10:02	1	77.5	77.5	77.6	77.5	LAS TRES BOMBAS PARADAS	
SUBESTACION	FRENTE	11	09:39	1	64.8	64.5	64.6	64.6	PERSONAL TRABAJANDO	
EDIFICIO MANTENIMIENTO	FRENTE (CORTINAS TALLERES)	12	09:36	1	67.3	67.5	67.3	67.4		
	FRENTE TALLER	13	09:21	1	57.0	56.8	56.7	56.8		
	INSTRUMENTACION Y CONTROL									
LABORATORIO QUIMICO	DENTRO	14	09:15	1	56.6	56.6	56.8	56.7		
	FUERA (ENTRE ALMACEN Y LABORATORIO QUIMICO)	15	09:18	1	55.4	55.4	55.6	55.5		
CENTRO DE TRANSFERENCIA DE MATERIALES	EN EL SITIO	16	09:33	1	55.3	55.4	55.8	55.5		
ALMACEN	PATIO DE MATERIALES	17	09:29	1	49.6	49.3	49.5	49.5		
EDIFICIO ADMINISTRATIVO	FUERA (FRENTE)	18	10:25	1	64.9	65.0	65.1	65.0		
	DENTRO (IMPRESORAS)	19	10:27	1	49.5	49.2	49.1	49.3		
CASETA DE VIGILANCIA	FUERA	20	10:17	1	60.0	59.7	60.0	59.9		
	DENTRO	21	10:19	1	49.0	49.2	49.5	49.2		
PLANTA DE CONCRETO DE PROYECTO	EN EL SITIO	22	10:14	1	66.5	66.8	66.7	66.7		
COMEDOR EDIFICIO MANTENIMIENTO	EN EL SITIO	23	09:24	1	60.2	60.0	59.9	60.0	Los dos abanicos operando	
BOMBA DE PENTANO LADO IZQUIERDO OEC #1 9300A (POR LA BOTONERA)	EN EL SITIO	24	09:59	1	95.8	96.0	96.2	96.0		
BOMBA DE PENTANO LADO IZQUIERDO OEC #2 9300A (POR LA BOTONERA)	EN EL SITIO	25	09:50	1	95.8	95.8	95.9	95.8		

**Nota:** El área más ruidosa es dentro de la casa de máquinas de turbina. Como se ve el área más ruidosa el dentro de la casa de turbinas, por lo que esta área esta confinada acústicamente.

**Cuadro 2.** Plan de mantenimiento de O.T. del área de mantenimiento químico. Junio 2018.

A	B	C	D	E
IV Orden Trabaj	Fecha inicio planificada	Fecha final planificada	Clave OM	Desc. Corta
A1058972	01/06/2018	29/06/2018	PA1-AU-EN-DOQ-02	A.Q. LLENADO DE TANQUE SODA 25%
A1058973	01/06/2018	29/06/2018	PA1-AU-EN-ENP-03	A.Q. ANALISIS DE DATOS DE PROCESO
A1058970	01/06/2018	27/06/2018	PA1-OA-GM-AMB	A.Q. MONITOREO AMBIENTAL: RUIDO, PENTANO, H2S, AGUAS
A1058969	01/06/2018	30/06/2018	PA1-OA-OC-SAG-01	A.Q. LIMPIEZA DE PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA
A1058968	01/06/2018	30/06/2018	PA1-AU-EN-ENP-03	A.Q. ANALISIS DIARIOS AGUA DE PROCESO Y CONSUMO HUMANO
A1058967	01/06/2018	15/06/2018	PA1-AU-EN-TVA-03-05	A.Q. ANALISIS SEMANALES Y QUINCENALES SIST COMPART
A1058966	01/06/2018	28/06/2018	PA1-AU-EN-ENP-03	A.Q. DOSIFICACION DE ESPUMANTE
A1058965	01/06/2018	29/06/2018	PA1-AU-EN-DOQ-05	A.Q. DOSIFICACION BIOCIDAS: AMONIO CUATER D AMINA POLIMERIC
A1058964	01/06/2018	30/06/2018	PA1-OA-OC-MAR-02-05	A.Q. ANALISIS DIARIO DE LAS AGUAS PLANTA DE TRATAMIENTO
A1058963	01/06/2018	30/06/2018	PA1-OA-OC-MAR-02-05	A.Q. MANTENIMIENTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDU
A1058962	01/06/2018	29/06/2018	PA1-AU-EN-DOQ-06	A.Q. DOSIFICACION DE CLORO ORGANICO
A1058961	01/06/2018	21/06/2018	PA1-AU-EN-ENP-03	A.Q. ANALISIS MENSUALES SIST COMPARTIDO Y OTROS
A1058960	01/06/2018	30/06/2018	PA1-OA-OC-SAG-01	A.Q. OPERACION PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA
A1058959	01/06/2018	11/06/2018	PA1-AU-EN-DOQ	A.Q. DOSIFICACION DE SODA CAUSTICA AL 25%
A1058958	01/06/2018	25/06/2018	PA1-AU-EN-DOQ	A.Q. LIMPIEZA SISTEMAS DE DOSIFICACION
A1058957	01/06/2018	15/06/2018	PA1-AU-EN-DOQ	A.Q. CALIBRACION DE PH METROS EN LINEA
A1058956	01/06/2018	21/06/2018	PA1-02-5M-SPE-08	A.Q. MONITOREO FUGAS DE PENTANO U-2
A1058955	01/06/2018	01/06/2018	PA1-01-5M-SPE-08	A.Q. MONITOREO FUGAS DE PENTANO U-1
A1058954	01/06/2018	03/06/2018	PA1-AU-EN-DOQ-02	A.Q. DESCARGA DE SODA AL 50%
A1058953	02/06/2018	26/06/2018	PA1-OA-OC-SAG-01	A.Q. DOSIFICACION HIPOCLORITO DE SODIO PLTA POTABILIZADORA
A1058710	04/06/2018	04/06/2018	PA1-01-AX-LUB-03-04	A.Q. MUESTRAGE TANQUE DE ACEITES U-1
A1058709	04/06/2018	04/06/2018	PA1-02-AX-LUB-03-04	A.Q. MUESTRAGE TANQUE DE ACEITES U-2
A1058598	02/06/2018	14/06/2018	PA1-AU-EN-DOQ	A.Q. CALIBRACION DE LAS BOMBAS DOSIFICACION
A1058586	02/06/2018	26/06/2018	PA1-AU-EN-DOQ-08	A.Q. DOSIFICACIONES DE ANTICORROSIIVO Y ANTIICRUSTANTE
A1057058	18/06/2018	21/06/2018	PA1-AU-EN-ENP-03	A.Q. REVISION DE BOQUILLAS Y RELLENOS
A1056930	18/06/2018	20/06/2018	PA1-OA-OC-MAR-01-05-01	A.Q. REVISION Y LIMPIEZA DE TANQUE DE NEUTRALIZACION
A1051262	09/06/2018	09/06/2018	PA1-OA-GM-ADM	A.Q. ANALISIS DE LODOS Y ACEITES
A1051255	20/06/2018	20/06/2018	PA1-AU-EN-TVA-03-05	A.Q. LLENADOS DE LAS CELDAS DE ENFRIMIENTO



**Figura 11.** Casa de máquinas I y II con las puertas cerradas. Junio 2018.



**Figura 12.** Recubrimientos térmicos de vaporizadores en buen estado. Junio 2018.

#### **Dinámica socio cultural**

Se cuenta con una brigada de emergencias que participa en charlas y prácticas sobre prevención y atención de emergencias. Se da seguimiento al plan de trabajo con las comunidades para ver lo que son relaciones comunales, (ver programa en apéndice).

Se tienen identificados los aspectos ambientales significativos de riesgos, y ambiente y controles operacionales para los menos significativos para cada área. (apéndice).



**Figura 13.** Permiso de funcionamiento vigente.



**Figura 14.** Certificados de calidad, ambiente y riesgos vigentes. Junio 2018



**Figura 15.** Gabinete con equipo contra incendios en buen estado, con mangueras, pitones y herramientas. Junio 2018.

**Cuadro 3. Lista del personal de brigadas a junio 2018.**

		REPORTE DE BRIGADA		Fecha: 08/03/2018		
Información de la brigada.						
Código:	BE - 03 - PAILAS	Fecha de creación:	12/06/2012			
Nombre:	PAILAS	Centro Funcional:	NEGOCIO GENERACIÓN			
Descripción:	BRIGADA DE EMERGENCIA PAILAS	Ubicación:	Centro de Producción las Pailas			
Tipo:	Brigadas Multifuncionales	Detalle de la ubicación:	Centro de Producción las Pailas			
Brigadistas que pertenecen a la brigada.						
Cédula	Nombre	Primer Apellido	Segundo Apellido	Correo	Ubicación	Puesto
112840717	NATHALIE NOELIA	LOPEZ	CASCANTE	NLopezC@ice.go.cr	Centro de	Secretario
603060283	JUAN DIEGO	CASTILLO	ALPIZAR	JCastilloA@ice.go.cr	Centro de	Brigadista
701870096	SONIA	SOLORZANO	SALAS	sosolo@ice.go.cr	Centro de	Brigadista
501700692	JULIO CESAR	BUSTOS	ANGULO	jbustos@ice.go.cr	Centro de	Brigadista
503560554	ALLAN MAURICIO	ANGULO	CHAVES	AANGULOCH@ice.go.	Centro de	Brigadista
205180804	RANDALL	ROJAS	BARAHONA	RaRojasB@ice.go.cr	Centro de	Brigadista
503450802	GABRIEL EMILIO	DAVILA	RUIZ	GDavila@ice.go.cr	Centro de	Coordinador
503790382	EDWARD ENRIQUE	SIBAJA	NUEZ	ESIBAJANU@ice.go.cr	Centro de	Subcoordinador
502840318	ROY	DELGADO	SALAZAR	RDelgadoSa@ice.go.cr	Centro de	Brigadista
503630976	OSCAR ENRIQUE	CANALES	VANEGAS	OCanalesV@ice.go.cr	Centro de	Brigadista
502890706	ERICK	CASTILLO	VASCONCELOS	ECastilloV@ice.go.cr	Centro de	Brigadista

**Cuadro 4.** Programa de trabajo brigadas 2018 Pailas, Fuente coordinador de brigadas.  
 Nota los viernes son para realizar actividades de la brigada.

PROGRAMA DE BRIGADAS 2018			%	246 días	vie 1/12/18	sáb 12/22/18
✓	ENERO		100%	10.38 días	vie 1/12/18	vie 1/26/18
✓	Reunión de Brigadas	DAVILA RUIZ GABRIEL	100%	3 horas	vie 1/12/18	vie 1/12/18
✓	Revisión y Limpieza de Gabinetes	DAVILA RUIZ GABRIEL	100%	5 horas	vie 1/19/18	vie 1/19/18
✓	Acondicionamiento físico		100%	3 horas	vie 1/26/18	vie 1/26/18
✓	FEBRERO		75%	15.38 días	vie 2/2/18	vie 2/23/18
✓	Reunión de Brigadas	DAVILA RUIZ GABRIEL	100%	3 horas	vie 2/2/18	vie 2/2/18
✓	Acondicionamiento físico	DAVILA RUIZ GABRIEL	100%	3 horas	vie 2/9/18	vie 2/9/18
✓	Charla de Control de Sangrados	DAVILA RUIZ GABRIEL	0%	3 horas	vie 2/16/18	vie 2/16/18
✓	Acondicionamiento físico	DAVILA RUIZ GABRIEL	100%	3 horas	vie 2/23/18	vie 2/23/18
✓	MARZO		69%	15.38 días	vie 3/2/18	vie 3/23/18
✓	Simulacro Sismo	DAVILA RUIZ GABRIEL	0%	5 horas	vie 3/2/18	vie 3/2/18
✓	Charla de nudos	DAVILA RUIZ GABRIEL	100%	3 horas	vie 3/9/18	vie 3/9/18
✓	Práctica Bomberil	DAVILA RUIZ GABRIEL	100%	5 horas	vie 3/16/18	vie 3/16/18
✓	Acondicionamiento físico	DAVILA RUIZ GABRIEL	100%	3 horas	vie 3/23/18	vie 3/23/18
✓	ABRIL		64%	15.38 días	vie 4/6/18	vie 4/27/18
✓	Práctica Primeros Auxilios	DAVILA RUIZ GABRIEL	0%	5 horas	vie 4/6/18	vie 4/6/18
✓	Acondicionamiento físico	DAVILA RUIZ GABRIEL	100%	3 horas	vie 4/13/18	vie 4/13/18
✓	Charla de Brigadas	DAVILA RUIZ GABRIEL	100%	3 horas	vie 4/20/18	vie 4/20/18
✓	Reunión de Brigadas		100%	3 horas	vie 4/27/18	vie 4/27/18
✓	MAYO		0%	15.38 días	vie 5/4/18	vie 5/25/18
✓	Acondicionamiento físico	DAVILA RUIZ GABRIEL	0%	3 horas	vie 5/4/18	vie 5/4/18
✓	Práctica Bomberil	DAVILA RUIZ GABRIEL	0%	5 horas	vie 5/11/18	vie 5/11/18
✓	Charla Primeros Auxilios	DAVILA RUIZ GABRIEL	0%	3 horas	vie 5/18/18	vie 5/18/18
✓	Reunión de Brigadas	DAVILA RUIZ GABRIEL	0%	3 horas	vie 5/25/18	vie 5/25/18
✓	JUNIO		0%	21 días	vie 6/1/18	sáb 6/30/18

**De:** Quiros Ramirez Carlos Manuel  
**Enviado el:** martes, 5 de junio de 2018 02:23 p. m.  
**Para:** Vindas Evans Jorge Arturo <[JVindasE@ice.go.cr](mailto:JVindasE@ice.go.cr)>; Cubillo Araya Ana Victoria <[ACubilloA@ice.go.cr](mailto:ACubilloA@ice.go.cr)>  
**CC:** Barker Wright Kattia <[KBarker@ice.go.cr](mailto:KBarker@ice.go.cr)>  
**Asunto:** Re: INFORME DE REGENCIA

Buenas tardes don Jorge Vindas, un gusto saludarlo, el viernes estuvimos por allá pero no me lo encontré.

Nosotros realizaremos las actividades con las escuelas del A. I, Pailas, 7, 18 t 20 de este mes por lo cual, le informaremos luego de esas fechas.  
Gracias por su comprensión.

Buenas son Charlas para los alumnos de Curubandé y para los padres de familia de esa escuela sobre Manejo Adecuado de Residuos Sólidos y la Ley 88 39. y a las escuelas de Santa María y San Jorge.  
Gracias por su atención.



MAP, Carlos Manuel Quiros Ramírez  
Gestor Social, Área Socio-ambiental  
Negocio Generación Región Chorotega-ICE  
TEL: 2000-3281  
[www.grupoice.com](http://www.grupoice.com)

**Figura 16.** Actividades de relación con las comunidades 2018, San Jorge, Curubandé, Santa María. Fuente Área Socio Ambiental Región Chorotega



## **Semana de la Salud Ocupacional Región Chorotega**

El comité SySO Región Chorotega, tiene el agrado de invitarles a las actividades de conmemoración del 20° aniversario del mes de la Salud Ocupacional.

Las actividades se desarrollaran del 23 al 27 de abril en los centros de trabajo Plantel Central Liberia, Centro de Servicio Recursos Geotérmicos, Planta Miravalles, Planta Arenal y Planta Sandillal.

Los actos de inauguración y clausura se realizaran en el Plantel Central de Liberia, por lo que esperamos contar con una delegación de cada negocio de las zonas de Liberia, Miravalles y Tilarán.

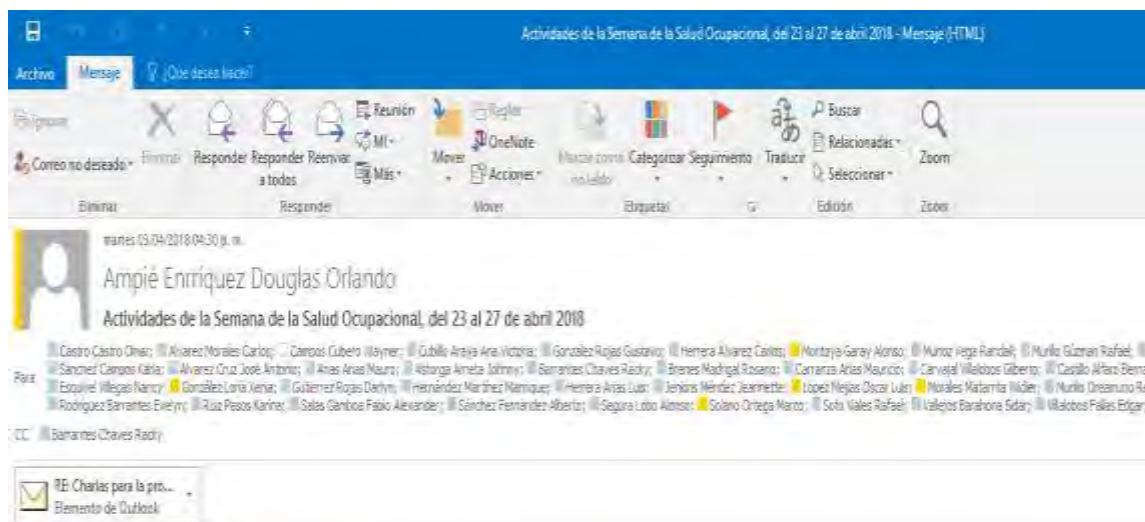
Contaremos con la participación de expositores externos en temas técnicos y de promoción de la Salud

**Les esperamos!!!!**

**Figura 17.** Invitación al personal a cursos de capacitación de: seguridad, primeros auxilios, evacuación, liderazgo, abril 2018.



**Figura 18.** Semana de salud ocupacional abril 2018.



Buenas tardes estimados compañeros y compañeras:

Por este medio les adjuntamos el programa oficial de la Semana de la Salud ocupacional, a realizarse del 23 al 27 de abril de 2018. En el correo adjunto se encuentran lo otros que están trabajando, pero más económicos, en relación a las charlas, enfermedades más comunes.

Lugar	Horario	Lunes 23	Martes 24	Miércoles 25	Jueves 26	Viernes 27
Liberia	Mañana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inauguración (8am)</li> <li>• Palabras de inauguración</li> <li>• Palabras de Camposanto</li> <li>• Charla Cooperae: Financiera (8:30am-9:30am)</li> <li>• Charla BABE: Cáncer de Piel (9:30am-11:00am)</li> <li>• Baile Popular UTN (11:00am-11:30am)</li> <li>• Refrigero (11:30am-12:00m)</li> <li>• Camposanto</li> <li>• Cooperae</li> <li>• Óptica Económica (Palés)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charla: Ruido y Respiratorio SONDEL (8am)</li> <li>• Refrigero Coopeservidores</li> <li>• Vista Cooperae</li> <li>• Vista Coopeservidores</li> <li>• Óptica Económica (Mall)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charla: Espacios Confinados ESOZA (8am)</li> <li>• Visita Cooperae</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charla: Altura (8am)</li> <li>• Charla de Dislipidemia/Doctor Fuentes (10am)</li> <li>• Visita Coopeservidores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charla de Izaje de Cargas (8am-10pm)</li> <li>• Actividad Cultural UNA (10-10:30am)</li> <li>• Palabras de Camposanto (10:30am)</li> <li>• Cantando por la Salud (10:40am-12mid)</li> <li>• Almuerzo por Campo Santo (12mid)</li> <li>• Visita Cooperae</li> </ul>

**Figura 19.** Invitación al personal para que asista a las actividades de la semana de salud ocupacional del 23 al 27 de abril 2018.

### Afectación a fauna acuática y terrestre por derrames o contaminación

#### Manejo de residuos sólidos, área química

Las baterías de desechos cumplen con la norma nueva de Inteco. Los desechos se envían al centro transferencia (figura 9.0 a 9.2), donde se entregan a Madisa que es un gestor autorizado. Este año no ha habido salidas.



**Figura 20.** Recipientes para clasificación de residuos sólidos del área química.

Al Centro de transferencia llegan los materiales valorizables, para el 2018 no se han hecho envíos ya que el último fué en octubre del 2017 por ahora no se requiere.



**Figura 21** Centro de transferencia. Junio 2018.



**Figura 22.** Depósito de aceite y trapos sucios



**Figura 23.** Depósito de residuos peligrosos.

#### **Control y manejo de derrames de hidrocarburos**

Para contener derrames de aceites y productos químicos se cuenta con bodegas con trampas de aceite y sistemas de contención de derrames de aceites y químicos, además, se tiene un kit absorbente de derrames, que se pueden llevar fácilmente al sitio.



**Figura 24.** Kit de contención de derrames.



**Figura 25.** Trampa de aceites de la bodega y almohadillas.

Se cuenta con procedimientos para el manejo de productos químicos peligrosos, con toda su información técnica como las hojas de seguridad, ducha de emergencia, accesos controlados, almacenamiento según su clase.

	<b>INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD NEGOCIO GENERACION</b>	Código: NG-34-IT-92-004  Versión: 3  Página: 1/2  Rige a partir de: 14/11/2016  Fecha de revisión: 09/11/2016
	<b>MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS CON RESIDUOS DE HIDROCARBUROS P.H CARIBLANCO</b>	

**1. PROPÓSITO**  
 Establecer los pasos a seguir para la recolección, clasificación, transporte y procesamiento o tratamiento de desechos sólidos con residuos de hidrocarburos (Waipe, aserrín, papel, cartón, New Pick, etc.) generados en el proceso de generación eléctrica (operación y mantenimiento) y en el proceso administrativo de los Centros Productivos

**2. ALCANCE**  
 Aplica a los Centros de Producción del Centro de Generación Toro.

**3. RESPONSABILIDADES**  
 Refiérase a "Descripción del proceso o contenido"

**4. DOCUMENTOS APLICABLES**  
 Refiérase a "Descripción del proceso o contenido".

**5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO O CONTENIDO**  
 5.1 El personal que se encuentre laborando dentro de las instalaciones de los centros productivos del Centro de Generación Toro deberá depositar en los respectivos recipientes identificados y ubicados en diferentes puntos estratégicos para recolectar los desechos sólidos con residuos de hidrocarburo (Waipe, aserrín, papel, cartón, New Pick, etc.) que se generen.  
 5.2 El personal de mantenimiento de cada centro productivo dispondrá de recipientes (estafiones pequeños), para que cada vez que realicen labores por mantenimiento o averías los trasladen al sitio de trabajo para depositar los desechos sólidos con residuos de hidrocarburo en el lugar y luego de terminar las labores depositarlos en el recipiente destinado e identificado para dicho fin en su centro de trabajo.  
 5.3 Cada Encargado de Centro de Producción nombrará un responsable de almacenar y custodiar los recipientes dispuestos para recolectar los desechos sólidos con residuos de hidrocarburo, para que este a la vez informe al Encargado de Certificación de Procesos cuando se encuentren recipientes listos y llenos para coordinar el traslado al centro de acopio del Centro de Generación Toro.

**Figura 26.** IT de manejo de desechos con hidrocarburos. Hay que hacer una para Pailas pero el manejo es igual solo que se envía al centro de acopio del ICE en Colorado.

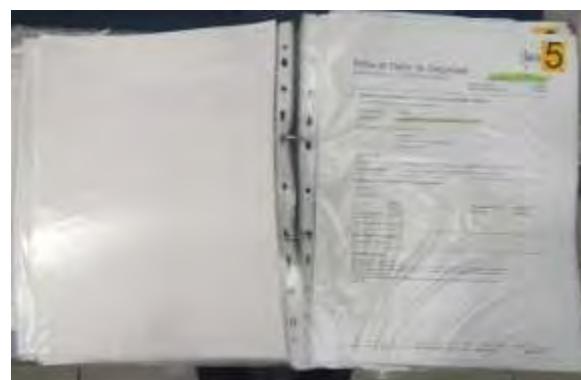


**Figura 27.** Sistema de soda con muros de contención de derrames. Junio 2018.



**Figura 28.** Trampa de aceites de taller junio, está limpia solo con agua. Junio 2018.

Los cambios de aceite de los vehículos se hacen fuera de la planta en talleres que están en la lista de proveedores del ICE y que cumplen con las normativas de manejo de residuos.



**Figura 29.** Listado de hojas de seguridad área química. Está sin cambios. Junio 2018.



**Figura 30.** Kit de control de derrames del área química. Junio 2018.

### **Manejo de aguas residuales**

Se cuenta con una planta de tratamiento de agua residual, la cual recibe las aguas de los diferentes edificios de la planta y del comedor de proyecto pailas II, las capacidades de diseño, diagrama de flujo se muestran en el Cuadro 2. Actualmente la planta está trabajando mucho mejor que antes, pero es muy manual. Se espera modernizar.

### **Información básica de la planta de tratamiento**

La planta de tratamiento de Pailas cuanta con las siguientes características de diseño

- La jornada de operación de la PTAR Las Pailas es continua.
- La jornada de trabajo de la PTAR Las Pailas es de 49 horas semanales, 52 semanas laboradas por año. Hay un técnico capacitado para su operación, pero de lunes a viernes.
- La capacidad de la PTAR Las Pailas es de 54.3 m<sup>3</sup>/día.

El detalle de la estimación de la carga hidráulica se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 5.** Capacidad de la planta de tratamiento de aguas residuales.

<b>Aguas Negras</b>		
Número de personas	350	UND
Aporte de AR por empleado	100	Litros
Total de Aguas Residuales	35	m <sup>3</sup> /día
Caudal Promedio/hora	2,9	m <sup>3</sup> /hora
Factor Pico	2,5	-
Caudal Pico/hora	7,3	m <sup>3</sup> /hora
<b>Aguas Servidas</b>		
Número de personas	700	UND
Número de Comidas	1	UND
Aporte de AR por empleado	25	Litros
Total de Aguas Residuales	17,5	m <sup>3</sup> /día
Caudal Promedio/hora	1,5	m <sup>3</sup> /hora
Factor Pico	2,5	-
Caudal Pico/hora	3,6	m <sup>3</sup> /hora
<b>TOTAL DE AR</b>	<b>52,5</b>	<b>m<sup>3</sup>/día</b>
<b>CAUDAL PICO TOTAL</b>	<b>10,9</b>	<b>m<sup>3</sup>/hora</b>

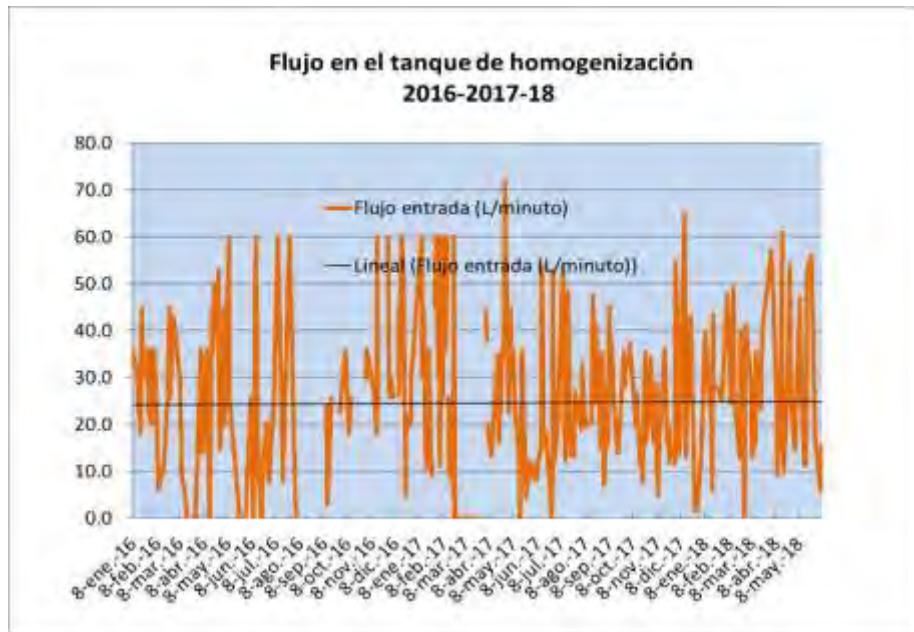
### Evaluaciones de las unidades y fallas PTAR

#### Planta de tratamiento

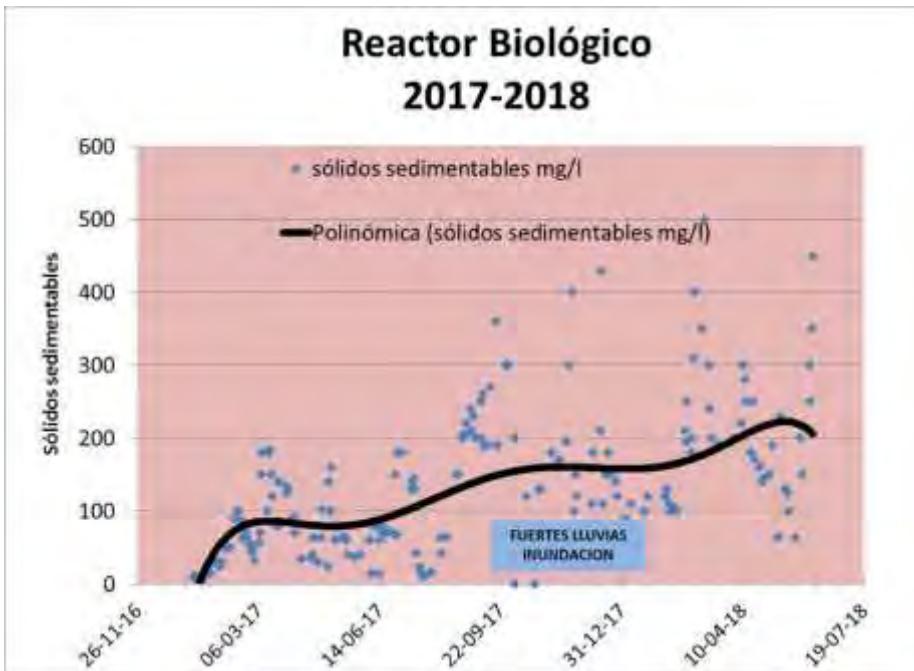
El comportamiento de la planta de tratamiento ha tenido un comportamiento bastante estable con flujos de entre 20 y 30 litros/minuto en promedio, si es necesario automatizar el proceso para que la planta tenga un auto control de los flujos, purgas, niveles que se ven afectados por situaciones como fuertes aguaceros. En un muestreo de demanda química de oxígeno se tuvo un valor de 100 mg/l a la salida del sedimentador y valores de 716 mg/l a la entrada, lo que representa una eficiencia de un 86%, esto en las condiciones manuales.

Se está a la espera de una modernización que está planificada para este año.

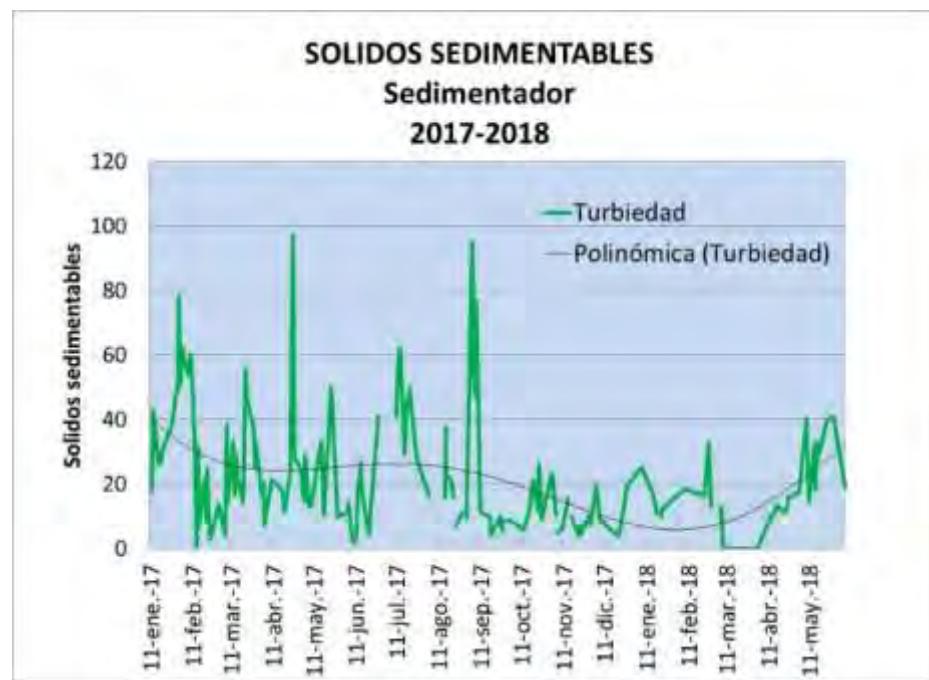
Se está a la espera de la aprobación de las contrataciones de los carteles de análisis químico.



**Figura 31.** Los flujos son muy variables en la entrada al tanque de homogenización.



**Figura 32.** El comportamiento de los sólidos sedimentables en el reactor es hacia el aumento, esto aumenta las purgas de lodos y mejora la calidad del agua.



**Figura 33.** Los sólidos sedimentables han estado bajando con el mejor funcionamiento de sedimentador y control de purgas.



**Figura 34.** Vista general de planta de tratamiento. Junio 2018.



**Figura 35.** Vista del tamiz de gruesos del comedor. Esta estructura se puede mejorar. Se limpia tres veces al dia, si se ve que se rebalsa frecuentemente. Junio 2018



**Figura 36.** Tanque desgrasador. La grasa flotante se limpia tres veces por día (proyectos). Junio 2018.



**Figura 37.** Vista del tamiz de gruesos del comedor. Junio 2018.

En el tanque desgrasador del comedor de proyectos, se aplican bacterias para mejorar la digestión de las grasas y así mejorar el funcionamiento de la planta de tratamiento tal y como se observa en la siguiente figura.



**Figura 38.** Bacterias descomponedoras digestoras de grasa.

#### **Protección del suelo y taludes**

Se cuenta con una cubierta de membrana para sostener el suelo de los taludes evitando la erosión y pérdida de estabilidad de los mismos. Para el periodo en curso no se evidencias desprendimientos de material de los taludes, sin embargo, se detecta la necesidad de ejecutar mejoras en algunos sectores.



**Figura 39.** Vista de los taludes por el almacén, hay daños en algunas partes, ya se ha reportado al ingeniero.



**Figura 40.** Taludes estabilizados con geo-membranas sintéticas en la Planta Geotérmica Pailas I, ya hay que hacer algunas reparaciones. Junio 2018.

También se da mantenimiento a las zonas verdes ubicadas dentro del área de la planta, las cuales durante el periodo se mantuvieron bien conservadas, como se muestra en las siguientes figuras.



**Figura 41.** Vista de el area de jardines. Junio 2018



**Figura 42.** Mantenimiento de zonas verdes ubicadas en los alrededores de la Planta Geotérmica Pailas I. Junio 2018

**Cuadro 20.** Avance del programa de calidad para el 2018. Seguimiento partes interesadas, estrategia, normas de gestión, mantenimiento, relación con el cliente, documentación, reuniones, vacaciones, auditorias, riesgos, etc.

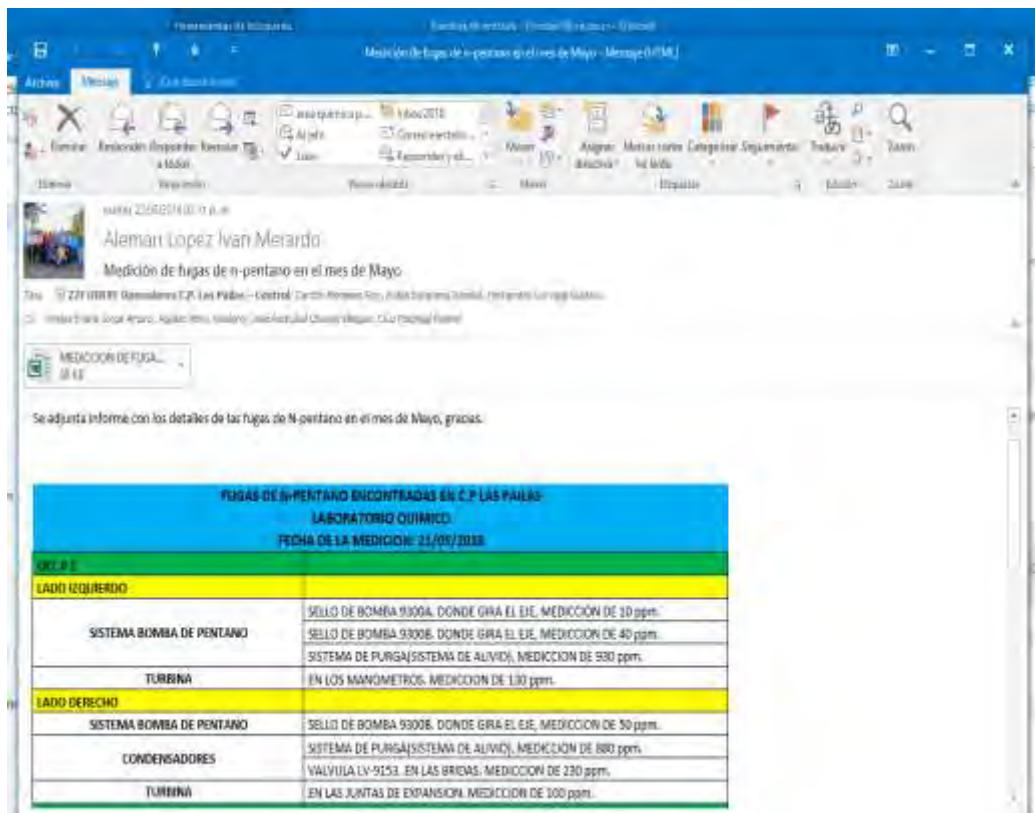
Fuente: área de calidad Región Chorotega.

**Cuadro 5. Segmento del programa de controles operacionales y peligros ambiente planta las pailas: fuente área socio ambiental RCH. Junio 2018.**

Negocio/Dirección: Planta Geotérmica Las Generación Pailas			Proceso: Generación Eléctrica	Responsable del Proceso: Ing. Roy Cantón Meneses			Mes y año de actualización del registro: Marzo 2018					
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS							EVALUACIÓN DE RIESGOS					
Fuente Generadora	Operar	Mantener	Administrar	Consecuencia o severidad		Exposición		Probabilidad		Grado de Riesgo	Prioridad de intervención	Observaciones sobre Identificación y
Asaltos, robos, agresiones	X	X	X	e) Lesiones incapacitantes.	10	d) Ocasionalmente (5% a < del 50% de la jornada).	5	g) Nunca ha sucedido pero podría suceder.	0.05	2.5	BAJO	Podría presentarse durante los desplazamientos hacia los sitios de trabajo, giras o bien en el itinerario
Interacción con animales, insectos y plantas	X	X	X	e) Lesiones incapacitantes.	10	c) Moderadamente (50% a < del 80% de la jornada).	6	f) Sería una consecuencia remota.	0.1	6.0	BAJO	Este peligro se puede presentar durante las inspecciones o trabajos de campo del personal de mantenimiento, civiles.
Accionar accidentalmente el arma	N/A	N/A	X	c) Lesiones extremadamente graves.	30	a) Continuamente (100% de la	10	g) Nunca ha sucedido pero podría	0.05	15.0	BAJO	Esta fuente aplica para los oficiales de seguridad que se encuentran en los
Atrapamiento por, contra o entre un objeto en movimiento y otro estacionario	X	X	X	e) Lesiones incapacitantes.	10	d) Ocasionalmente (5% a < del 50% de la jornada).	5	f) Sería una consecuencia remota.	0.1	5.0	BAJO	Se genera por las tareas ejecutadas por el personal de mantenimiento y operación. En el caso de los administrativos se puede generar por la manipulación de gavetas de archivo, puertas automáticas en oficinas
Caídas de objetos	X	X	X	e) Lesiones incapacitantes.	10	c) Moderadamente (50% a < del 80% de la jornada)	6	g) Nunca ha sucedido pero podría suceder.	0.05	3.0	BAJO	El GR es bajo debido a que los controles operacionales hasta el momento han funcionado
Caídas desde distinto nivel	X	X	X	c) Lesiones extremadamente graves.	30	Ocasionalmente (5% a < del 50% de la jornada)	5	e) Probabilidad de moderada a baja.	0.2	30.0	BAJO	El personal de Mantenimiento, Operación y algunos administrativos deben realizar trabajos en áreas ubicadas a distintos

### Afectación por Emisión de gases y salud del personal

En la planta se cuenta con un programa de monitoreo de gases peligrosos. En las siguientes figuras se muestra el reporte de monitoreo de fugas de pentano hechas en la planta con un equipo portátil. Para localizar cada una de las fugas de pentano encontradas, se colocan etiquetas en el sitio de la fuga, las cuales van a facilitar su ubicación. El informe de fugas se envía al personal del área mecánica para que se proceda a realizar las reparaciones correspondientes.



**Figura 43.** Envío de informe de fugas de pentano. Junio 2018

**Cuadro 6.** Monitoreo de fugas de pentano mayo 2018, Unidad II, lado izquierdo, solo dos fugas en este lado, las que se reportaron al coordinador mecánico. Mayo 2018.

MEDICIÓN DE FUGAS PLANTA BINARIA LAS PAILAS						
LABORATORIO QUÍMICO						
FECHA:	21/05/2018	HORA:	06:00 AM	HAY FUGAS	ppm	%
DEC # 1	LADO IZQUIERDO					
	SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9300 A				
		FILTRO DE SUCCION				
		VALVULA HV-9306A SUCCION				x
		VALVULA HV-9310A DESCARGA				x
		MANOMETROS				x
		SELLO DE BOMBA	x	10		
		BRIDAS				x
		VALVULAS				x
		BOMBA DE PENTANO 9300 B				
		FILTRO DE SUCCION				x
		VALVULA HV-9306B SUCCION				x
		VALVULA HV-9310B DESCARGA				x
		MANOMETROS				x
		SELLO DE BOMBA	x	40		
		BRIDAS				x
		VALVULAS				x
	CONDENSADORES	MIRA IZQUIERDA				x
		VALVULAS				x
		BRIDAS				x
		MIRA DERECHA				x
		VALVULAS				x
		BRIDAS				x
		SISTEMA DE PURGA				x
		BRIDAS				x
		SISTEMA DE ALIVIO	x	930		
		VALVULA NV-9310				*** ESCALERA EN MAL ESTADO (RIESGO DE SEGURIDAD)
		BRIDAS				x
		VALVULA PV-9307				x
		BRIDAS				x
	PRECALENTADORES	SALMUELA HE-9102				x
		BRIDAS				x
		VALVULAS				x
		MANOMETROS				x
	VAPORIZADOR	HE-9100				
		BRIDAS				x
		MIRA				x
		VALVULAS				x
		MANOMETROS				x
	TURBINA					
		VALVULA NV-9210	***		***	FALTAN ESCALERAS, NO SE REALIZA LA MEDICION.
		VALVULA FV-9210	***			
		VALVULA NV-9107A			x	FALTAN ESCALERAS, NO SE REALIZA LA MEDICION.

**Cuadro 7. Programación de trabajos OTS de mantenimiento. Área química junio 2018.**

También se realizan mediciones de fugas de H<sub>2</sub>S en la planta, las cuales se realizan mediante instrumentos especializados en la detección de este tipo de gases. Los muestreos de H<sub>2</sub>S muestran condiciones normales en la planta, y los resultados se observan en el siguiente cuadro.



**Figura 44.** Detectores de fugas de pentano y H<sub>2</sub>S.

**Cuadro 8.** Resultados de monitoreo de fugas de H<sub>2</sub>S en la Planta Geotérmica Pailas. Junio 2018.

PUNTO	ABRIL		MAYO	
	13-abr.-18		11-may.-17	30-may.-18
DRENAJE DE LA OEC #1	0		0	0
DRENAJE DE LA OEC #2	0		0	0
PARTE SUPERIOR DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO ENTRE LAS CELDAS C Y D	0		0	0
PARTE SUPERIOR DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO ENTRE LAS CELDAS D Y E	0		0	0
PARTE SUPERIOR DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO ENTRE LAS CELDAS E Y F	0		0	0
PARTE SUPERIOR DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO ENTRE LAS CELDAS F Y G	0		0	0
SILENCIADOR	0		0	0
SISTEMA NEUTRALIZACION	18		13.1	2.8
TUBERIAS DE VAPOR Y SALMUERA	2.5		4.2	12.2
VAPOR CONDENADO OEC #1 LADO DERECHO	191		175	187
VAPOR CONDENADO OEC #2 LADO DERECHO	185		186	196
VAPOR CONDENADO PURGA LADO DERECHO CANAL	0		0	0
VAPOR CONDENADO PURGA LADO IZQUIERDO CANAL	0		0	0

En esta tabla se pude ver que el único momento importante donde se detecta es cuando se abre un drenaje para tomar una muestra de condensado, en el sistema de neutralización es muy poco y los otros no hay.

**Figura 45.** Orden de trabajo para monitoreo ambiental y ruido. Área química, junio 2018.

## Seguimiento de la salud del personal de planta.

A continuación, se muestra la invitación al personal para cita médica por parte del médico de Empresa en junio.

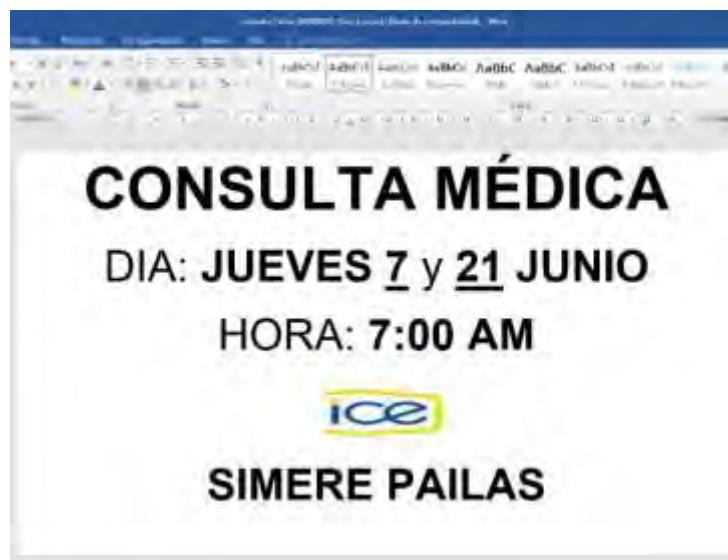


Figura 46. Aviso de visita del médico de empresa.

Cuadro 9. Matriz de riesgos laborales Pailas.

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD											
NEGOCIO GENERACIÓN											
Identificación, Evaluación y Priorización de Peligros y Riesgos Laborales											
Centro de Trabajo, Lugar de Trabajo, Lugar de trabajo, Área de gestión: Clínica Pailas			Responsable Área Gestión: Ing. Jorge Jiménez Espinoza								
Riesgo	Clasificación de Riesgo Laboral	Áreas Físicas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Punto Generadora	Lesión y enfermedad	Almacén (Almacén de Recibo, Bodega de recuperación de materiales, bodega de Suministros o Productos Peligrosos, cuarto de Herramientas, cuarto de materiales y bodega de productos químico, Centro de transferencia de residuos)	Eduardo Jiménez	Almacén (almacéndores, condensadores, resuadores, repartidores, vaporizadores, bombas de alimentación de generador)	Almacén de generación de energía (Cata de Regiones DEI/ICEI)	Equipo de generación (transformador de alta tensión, silenciador de vapor)	Tubería de agua y salida (recolección, salinización, bomba de vapor, compresor de aire, transformador de servicios propios)	Edificio de Control (Cuarto de control y Cierre de control de motores, cuarto de compresores de aire, transformador de servicios propios)	Edificio Administrativo - Fuerza		
Actividades que realiza el personal del área de gestión en cada área física:											
		Trabajo de punto fijo (lavado de manos, desinfección, limpieza de comedor, cuarto de herramientas)	Actividades: preparación de espesores, manejo administrativo, corte, limpieza	Mantenimiento de agua: punto, agua condensado, medición de agua de generación, medición de agua de generación, medición de agua de generación	Reparación de generación: medición de agua, medición de generación, medición de agua de generación		Mantenimiento de generación: medición de agua, medición de agua de generación, medición de agua de generación	Mantenimiento de agua: medición de agua de generación, medición de agua de generación	Tareas administrativas: inicio de expediente, revisión de expediente		
Accidentes	Muerte		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Lesiones y Traumas		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Lesiones en la piel (eritemas, hinchazón, quemaduras, alergias, entre otras)		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Muerte		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

## Calidad atmosférica y Manejo de fluidos

La planta cuenta con un sistema de recolección de drenajes en todos los sistemas principales del proceso, los cuales son llevados a través de una red de tuberías hasta llegar al tanque de neutralización donde se ajusta su pH y se bombea a la laguna de enfriamiento, para posteriormente ser pasado al pozo de reinyección, este sistema es automático, las tuberías están aisladas, camuflaje color verde, también se cuenta con sistemas de separación de aguas aceitosas en el edificio de mantenimiento, las que se limpian cada mes. Esto lo hace el área civil. Estos aceites se mandan al centro de transferencia donde un contratista los recoge para reciclarlos. Los comedores tienen trampas de grasa, que se limpian mensualmente por el área civil.



**Figura 47.** Vista del sistema de drenajes en buen estado.



**Figura 48.** Vista del sistema de drenajes de condensados. Junio 2018.



**Figura 49.** Tanque de drenajes de condensado. Junio 2018.

#### **Control de la temperatura del aire en planta y ruido**

Las tuberías de vapor y salmuera están recubiertas con un aislante térmico para evitar la fuga de calor al medio y la pérdida de propiedades termodinámicas, similarmente, también están recubiertos los evaporadores y precalentadores de pentano, todo esto protege al personal, al ambiente y al proceso además baja en nivel de ruidos. Estos se mantienen en buen estado.



**Figura 50.** Vaporizadores de pentano con aislamiento térmico en buen estado. Junio 2018.



**Figura 51.** Estado de cubiertas aislante con aislamiento está en buen estado. Junio 2018.



**Figura 52.** Aislamiento térmico y acústico de la caseta de turbina, está en buen estado y las puertas están cerradas. Junio 2018.



**Figura 53.** Tanques de pentano, pintura y sistema de aspersión en buen estado. Junio 2018



**Figura 54.** Tanques de pentano con sistema de rociado en buen estado. Junio 2018



**Figura 52.** Vista general de la planta, en buen estado de conservación vial. Junio 2018

### Análisis de agua potable

Los puntos de monitoreo están dentro del edificio de control y el laboratorio químico, adicionalmente, se monitorean los tres comedores.

El agua de consumo para la planta las pailas, tiene las siguientes características generales a la salida del filtro UV: pH 6.97, conductividad 164 uS, turbiedad 1.03 NTU, cloro 0.63 ppm (salida del filtro UV), no hay coliformes.

La planta potabilizadora se encuentra operando satisfactoriamente, se han tenido algunas fallas, pero son por el fluido eléctrico.

En la siguiente figura se muestra la variación del pH del agua del grifo, los resultados muestran que la planta de tratamiento de agua potable está trabajando de forma correcta. De igual manera en el siguiente cuadro se muestra los resultados de la salida de agua de la planta potabilizadora.



**Figura 53.** Variación del pH del agua para consumo humano. Las condiciones son satisfactorias. Junio 2018.

**Cuadro 10.** Resultado de análisis mensual de agua potable. Junio 2018.

AGUA POTABLE									
SALIDA PLANTA POTABILIZADORA FILTRO UV									
CODIGO	FECHA	MES	ALCALINIDA	SULFATOS	SILICE	HIERRO	T.S.D.	DUREZA	CLORUROS
13639	04/01/2017	ENERO	22.56	14	42	0	130	2.66	6.3
13827	01/02/2017	FEBRERO	22.02	27	48.5	0.03	142.8	2.58	5.6
14083	06/03/2017	MARZO	17.13	34	34	0.03	140	2.78	4.1
14388	26/04/2017	ABRIL	24.47	39	35	0.05	166	2.52	5.7
14489	09/05/2017	MAYO	19.58	41	53	0	161	2.32	5.4
14744	14/06/2017	JUNIO	19.58	38	48	0.02	162	2.41	8.6

AGUA POTABLE Y COLIFORMES					TANQUE NEGRO DE AGUA	
SALIDA DEL FILTRO UV						
Fecha	# Registro	Ph	conduc.(uS/cm)	Turb.(NTU)	# Registro	Cl2 mg/l
02/04/2018	16335	6.54	167.00	0.90		
03/04/2018	16342	6.90	166.80	1.00	16345	0.48
09/04/2018	16389	6.77	159.50	0.70		
12/04/2018	16402	6.95	173.20	0.80	16405	0.64
13/04/2018	16421	6.88	159.90	0.90		
16/04/2018	16434	6.54	161.10	1.20		
27/04/2018	16442	6.52	162.60	0.50		
18/04/2018	16453	6.63	167.50	0.60		
19/04/2018	16462	4.14	142.30	0.70	16463	0.83
19/04/2018	16469	7.24	160.80	0.90		
23/04/2018	16478	6.80	190.20	2.10		
27/04/2018					16501	0.73
04/05/2018	16519	7.15	161.30	0.20	16519	0.66
09/05/2018	16534	6.31	185.10	0.30		
14/05/2018	16560	6.81	175.20	0.30		
17/05/2018	16586	7.33	166.40	0.50		
18/05/2018	16595	7.29	168.40	0.80		
21/05/2018	16604	7.26	180.00	0.90		
22/05/2018	16621	7.01	167.60	0.40		
23/05/2018	16626	7.39	168.80	0.70		
24/05/2018	16637	7.53	167.80	1.00		
25/05/2018	16647	7.35	164.90	0.70		
28/05/2018	16655	7.26	159.70	0.40		
29/05/2018	16664	7.27	155.60	0.50		
30/05/2018	16678	7.26	158.60	0.40		
31/05/2018	16688	7.29	175.50	0.40		
01/06/2018	16704	7.17	159.60	0.40		
04/06/2018	16707	7.18	154.90	0.80		
05/06/2018	16716	7.33	157.30	0.60		
06/06/2018	16729	7.34	158.50	0.40		
07/06/2018	16740	7.22	149.30	1.10		
08/06/2018	16749	7.35	146.20	0.20		

Nota: Condiciones normales, falta por actualizar el cloro, pero está en promedio en 0.6 ppm.

López Sánchez Geymar

Resultados análisis de aguas de consumo humano

Res: [Avances en agua y saneamiento](#) | [Contacto](#) | [Ayuda](#)

[W: \[https://www.avancesenagua.org/\]\(#\)](#) | [E: \[avancesenagua@gmail.com\]\(#\)](#)

[M: \[https://www.avancesenagua.org/\]\(#\)](#) | [D: \[avancesenagua@gmail.com\]\(#\)](#)

Unidad resultado: 0 (máx 0) (147,5 0)

Tabla #1: Análisis semanales aguas de consumo humano

Planta Geot. Las Palas

24/05/2018

Código	Fecha	Hora	Sitio	pH	Conductividad ( $\mu\text{S}$ )	Turbiedad (NTU)	Cl <sub>2</sub> libre
16631	24/5/2018	09:02	Entrada Planta Potabilizadora	4,30	130,3	1,8	N.A.
16632		09:06	Tanque Negro	7,36	175,3	1,3	0,65
16633		09:13	Comedor Edif. Adm.	7,27	172,7	1,0	0,42
16634		09:18	Comedor Sala de Control	7,36	170,0	0,8	0,31
16635		09:25	Comedor Edif. Mant.	7,49	170,3	0,8	0,54
16636		09:29	Laboratorio Químico	7,37	168,8	0,8	0,31

Tabla #2: Cloro libre (mg/l) aguas de consumo humano

Planta Geot. Las Palas

24/05/2018

Tanque Negro	Comedor Edif. Adm.	Comedor Sala de Control	Comedor Edif. Mant.	Laboratorio Químico
0,65	0,42	0,51	0,54	0,51

**Figura 54.** Análisis semanal del agua de consumo humano, Contenido de cloro normal en varios puntos. Mayo 2018.

López Sánchez Geymar

Resultados análisis de aguas de consumo humano

Res: [Avances en agua y saneamiento](#) | [Contacto](#) | [Ayuda](#)

[W: \[https://www.avancesenagua.org/\]\(#\)](#) | [E: \[avancesenagua@gmail.com\]\(#\)](#)

[M: \[https://www.avancesenagua.org/\]\(#\)](#) | [D: \[avancesenagua@gmail.com\]\(#\)](#)

Buenas tardes,

Estos son los resultados de los análisis semanales de las aguas de consumo humano de la Planta Geotérmica Las Palas.

Tabla #1: Análisis semanales aguas de consumo humano

Planta Geot. Las Palas

07/06/2018

Código	Fecha	Hora	Sitio	pH	Conductividad ( $\mu\text{S}$ )	Turbiedad (NTU)	Cl <sub>2</sub> libre (mg/l)
16733	7/6/2018	08:20	Entrada Planta Potabilizadora	4,23	110,80	1,1	N.A.
16734		08:25	Tanque Negro	7,93	155,20	1,1	0,69
16735		08:31	Comedor Edif. Adm.	7,84	155,00	0,9	0,52
16736		08:42	Comedor Sala de Control	7,70	153,10	0,9	0,54
16737		08:53	Comedor Edif. Mant.	7,71	154,20	0,8	0,59
16738		09:00	Laboratorio Químico	7,71	150,30	1,0	0,55

Tabla #2: Cloro libre (mg/l) aguas de consumo humano

Planta Geot. Las Palas

07/06/2018

**Figura 55.** Análisis semanal del agua de consumo humano, Contenido de cloro normal en varios puntos. Junio 2018.

## Planta de tratamiento de aguas residuales



**Figura 56.** Vista general de la planta, está en buen estado. Se espera modernizar pronto.  
Junio 2018



**Figura 57.** Vista de Tanque homogenizador con nueve aireadores, en buen estado. Junio 2018.



**Figura 58.** Vista del tanque reactor biológico.

**Ahora con control de flujo manual mediante válvulas lo que permite regular mejor el caudal. Junio 2018**



**Figura 59.** Salida del agua del sedimentador del agua tratada con medidor de flujo magnético. Junio 2018.



**Figura 60.** Fosas del lecho de secado. Junio 2018

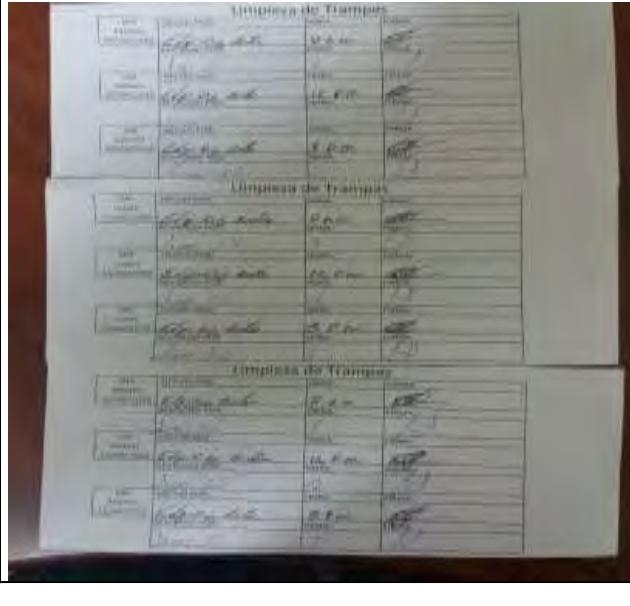


**Figura 61.** Entrada del agua al Homogenizador. Ésta se limpia diariamente de sólidos gruesos. Junio 2018

Mantenimiento del tanque de separación de grasas y tamiz Proyecto pailas II. Junio 2018.

ACTIVIDAD DE CONTROL	FRECUENCIA O EVIDENCIA
<p><i>Fotos de la limpieza que se hace en el desgrasador y frecuencia de estas limpiezas.</i></p> <p><i>La frecuencias de la limpiezas es 3 veces por semana, pero si amerita se hace cuando se note acumulación de grasa flotante, de modo que se pueda recolectar con los paicones.</i></p>	
<p><i>Frecuencia de la limpieza a fondo de este tanque con un camión cisterna.</i></p> <p><i>La programación de limpieza se hace cada 3 meses, pero si hay alguna limpieza en general en las tuberías o área de cocina que pueda generar más sólidos de lo normal, se adelanta la limpieza con camión séptico.</i></p> <p><b>La limpieza de este trimestre está programada para el 25 de junio 2018</b></p>	

**Figura 62.** Tanque desgrasador, estas actividades son semanales.

<p><i>Frecuencia de la aplicación de la bolsita de bacterias:</i></p> <p><i>Se continua vez por bisemanal, se aplica en la caja primaria para que se limpie toda las tuberías y demás cajas de registro</i></p>		
<p><i>Frecuencia de la limpieza de las trampas del comedor:</i></p> <p><i>Todos los días, 3 veces al día.</i></p> <p><i>Horarios: 7:00 am, 12:00 horas y 15:00 horas</i></p> <p><i>En el comedor se lleva un control diario, donde cada vez que se realiza el trabajo firman el funcionario que lo lleva a cabo y el coordinador del proceso del comedor.</i></p> <p><i>Ver ejemplo (mes de junio 2018).</i></p>		

**Figura 63.** Dosificación de tratamiento de grasas

<p><b>Limpiezas de cajas de registro y filtros</b></p> <p>Después de limpiezas del sistema de sólidos y lavado de las trampas, se procede a colocar un producto anti desengrasante cada bisemana. Se aplica desde la primera caja de registro con el objetivo de que desde ahí empiece a limpiar las grasas que se forman en las paredes de las tuberías</p> <p><i>Cajas de registro primarias, dentro del comedor</i></p>	
<p><b>Limpiezas de cajas de registro y filtros</b></p> <p>Después de limpiezas del sistema de acarreo de fluidos para desatascar y mantener limpio el sistema de drenaje, se procede a limpiar todos los filtros y cajas de registros, retirando sólidos que se forman con la grasa.</p> <p><i>Cajas de registro secundarias, parqueo de vehículos</i></p>	

**Figura 64.** Limpieza de tamiz de gruesos.

**Cuadro 11. Seguimiento al Plan de Gestión Ambiental del Centro de Producción Las Pailas.**

Elemento del medio	Impactos	Mitigación, prevención, compensación	Acciones	Observaciones	% Avance
<b>Derrame de aceite y combustibles</b> <b>11/1<sup>1</sup></b>	-Sobre la flora del suelo -Sobre ecología del suelo y el subsuelo	-Establecimiento de trampas de aceites. Control y manejo de fugas	-Almacenamiento y uso adecuado de los combustibles  -Diseñar áreas específicas para cambio de combustibles en maquinaria y equipo.	Los aceites están en una bodega la cual tiene un sistema de canales y tanque de contención de derrames. Los aceites están en un área de uso exclusivo para materiales inflamables, se cuenta con las hojas de seguridad, kit de recolección de derrames. No se almacenan combustibles.	En cumplimiento
<b>Calidad de vida</b> <b>15/2<sup>3333</sup></b>	-Ruido, vibraciones y emisiones producidas por la operación del Centro	-Monitorear el ruido, las vibraciones y las emisiones, de acuerdo con los controles y especificaciones de las normas ambientales establecidas para tal efecto  -establecer un Plan de Mantenimiento e Inspección periódico de la maquinaria y equipo del Centro	-Utilizar tecnología apropiada que reduzca y controle el ruido, las vibraciones y las emisiones  -Ejecutar el plan de mantenimiento e inspección ambiental.	Se tiene un monitoreo de ruido que se hace dos veces por año dentro de la planta, se cuenta con planes de mantenimiento por área de la unidad, tanto mantenimiento preventivo como predictivo para velar por su buen funcionamiento y reducción de ruidos, el edificio de la casa de máquinas tiene paredes gruesas con materiales que aíslan el ruido.	En cumplimiento

		<p>-Cumplir las Acciones de Mitigación descritas en el Diseño de la obra</p> <p>-verificar que se cumpla con lo establecido en el Protocolo de Recepción de la obra.</p>			
--	--	--	--	--	--

<b>18.1/3/ Dinámica sociocultural</b>	-Entorno con problemas ambientales	<p>-Ofrecer información del Centro y del Proyecto a la comunidad</p> <p>-Ofrecer información y capacitar a los trabajadores sobre los temas de: salud ocupacional, seguridad laboral, lineamientos ambientales, y adecuado comportamiento social</p> <p>-Velar porque el Proyecto cumpla con la legislación y los Lineamientos Ambientales</p>	<p>-Instruir al personal mediante charlas sobre la salud ocupacional, seguridad laboral, los lineamientos ambientales establecidos por el ICE.</p>	<p>Se cuenta con una brigada de emergencias que participa todos los miércoles en charlas y prácticas sobre prevención y atención de emergencias, se está haciendo un plan de trabajo con las comunidades para verlas por las buenas relaciones.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Programa de brigadas</li> <li>2. Programa de relaciones con las comunidades</li> <li>3. Programa de implementación de calidad ambiente y riesgos bajo norma ISO y OSHA.</li> <li>4. Identificación de aspectos ambientales y definición de controles operacionales</li> </ol>	<b>En cumplimiento</b>
---	------------------------------------	--	--	---	------------------------

		establecidos por la Institución			
<b>Fauna acuática y terrestre</b>  <b>32/5/</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Derrame de aceites y combustibles sobre la fauna acuática.</li> <li>-Sobre ecología acuática</li> <li>-Sobre la fauna suelo</li> <li>-Sobre contaminación del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Establecimiento de trampas de aceites.</li> <li>-Control y manejo de fugas</li> <li>-Establecimiento de áreas para cambio de aceites y mantenimiento de vehículos (se hacen en el centro de servicio institucional)</li> <li>-Regenerar hábitats apropiados a través de reforestación.</li> <li>-Estabilizar el área afectada</li> <li>-mantenimiento adecuado y control del entorno (monitoreo físico-químico).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Establecimiento de monitoreo y mantenimiento de equipo.</li> <li>-Control de zonas de lavado de maquinaria y equipo</li> <li>-Construir sitios para almacenamiento y disposición aceites.</li> <li>-Diseñar programas de educación ambiental</li> <li>-Disponer adecuadamente de los desechos aceitosos y generar cultura de protección y mejoramiento del entorno.</li> </ul>	<p>Se cuenta con bodegas donde se almacena el aceite, estas bodegas cuentan con trampas de aceite,</p> <p>Hay sistemas de contención de derrames de aceites y químicos, con “kit absorbente” de derrames.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trampas de aceites y kit absorbentes</li> <li>1. Envió de aceites usados a reciclaje.</li> <li>2. Zona de lavado de vehículos</li> <li>3. Centro de acopio</li> <li>4. Instrucciones de trabajo de manejo de desechos aceitosos (en preparación).</li> </ol>	<b>En cumplimiento</b>

<b>Aire</b>  <b>38/7/</b>	-Emisión de gases	- Efectuar mediciones periódicas de las emisiones de gases, al menos una vez al mes durante el primer año de operación y trimestralmente a partir del segundo año cuando	-Seleccionar, adecuar e implementar los métodos de monitoreo más apropiados a las condiciones de la planta, con los datos disponibles y las tecnologías adecuadas.	<p>Hay programa de monitoreo de:</p> <p>H2S:</p> <p>dentro del perímetro de la planta se presentan pocas emisiones de este gas, pero se seleccionaron algunos puntos donde</p>	<b>En cumplimiento</b>
---------------------------------	-------------------	--	--	--	------------------------

	<p>se requiera operar la planta.</p> <p>-Coordinar la vigilancia del estado de la salud de los empleados de la planta, a través de los registros médicos laborales. El chequeo se hará anualmente e incluirá entre otras audiometrías, pruebas en sangre, sistema respiratorio, estrés, etc.</p> <p>-Cumplir con la normativa vigente en lo referente a las emisiones e inmisiones de gases.</p>	<p>-La selección de los métodos de análisis se hará en conjunto entre el fabricante y el operador, y estará sujeto a la tecnología de generación que se considere la más apropiada.</p> <p>-Monitoreo periódico en sitios predefinidos</p> <p>-Monitoreo trimestral para H<sub>2</sub>S</p> <p>-Cumplimiento de la normativa ambiental nacional referida a emisiones, y al Decreto N° 30221-S en lo referente a inmisiones, en el perímetro de la planta</p>	<p>ocasionalmente se detecta, cabe mencionar que ninguno de estos sitios está en una zona confinada.</p> <p>pentano</p> <p>Se hacen inspecciones mensuales aparte del sistema de detección fijo que hay,</p> <p>Ruido</p> <p>Se realiza un monitoreo de ruido periódico con el fin de asegurar que los niveles se mantengan dentro de los estipulado por la legislación</p> <p>Para la realización de estas mediciones se usan los procedimientos establecidos en los manuales de los fabricantes de los equipos.</p> <p>Exámenes médicos</p> <p>Se están haciendo análisis médicos actualizados a todos los empleados de la planta: exámenes de sangre, consulta general, se está coordinando audiometrías, electros, etc.</p> <p>Se hizo una encuesta de satisfacción laboral en mayo.</p>		
38.2/ <sup>8/</sup>	-Calidad atmosférica vs	El manejo de los fluidos, es indispensable para la operación del campo, y para ello es necesario	-Control en el manejo de fluidos	Se cuenta con toda una red de tuberías que conducen los fluidos geotérmicos desde el pozo, satélites separadores, planta generadora, lagunas de enfriamiento y pozos de	<b>En cumplimiento</b>

	Manejo de fluidos	realizar una serie de actividades que implican la generación de ruidos en diferentes puntos del campo.		reinyección, de manera que no haya vertidos geotérmicos al ambiente.  1. Fotos de sistema de recolección de drenajes de planta.	
38.3 <sup>9/</sup>	-Calidad atmosférica vs Operación de la Planta	Para la operación de las plantas geotérmicas, es necesario realizar una serie de actividades que implican la emisión continua de gases a la atmósfera. Por lo que es necesario mantener controles para garantizar que no se sobrepasen los límites establecidos para evitar efectos en las personas.	Control y monitoreo periódico	H2S  dentro del perímetro de la planta se presentan pocas emisiones de este gas, pero se seleccionaron algunos puntos donde ocasionalmente se detecta, cabe mencionar que ninguno de estos sitios está en una zona confinada.  Pentano  Se hacen inspecciones mensuales aparte del sistema de detección fijo que hay, cuando se detecta una fuga se hace un reporte y se marca, para que se repare.  Purgas de vapor:  Se procura tener cerradas todas las purgas de vapor, se abren solo cuando se hacen maniobras y se tiene equipo de seguridad.	En cumplimiento
Temperatura del aire 39 <sup>10/</sup>	-Aumento en la temperatura local del aire por irradiación de calor	-Distribuir los equipos de modo que los puntos calientes se ubiquen del modo más concentrado posible.  -Aislamiento térmico de los equipos hasta donde el diseño lo permita,	-Mantener comunicación al personal de planta para que tomen las medidas preventivas pertinentes.  -Proveer al personal de ropa aislante térmica para ejecutar labores en sitios calientes.	Este tipo de monitoreo es llevado por el área de recursos geotérmicos  1. En la planta se tienen los sistemas de salmuera, vapor y evaporadores recubiertos con aislantes térmicos.	En cumplimiento

		acorde con la tecnología seleccionada			
<b>Contaminación sónica 40/11/</b>	- Producción de ruido y vibraciones por la operación de la planta	<p>-El equipo a adquirir habrá de garantizar que, en el borde límite de la propiedad, no supera 45 dBA* a cualquier hora del día en el exterior de la vivienda más cercana. Si no se cumple, diseñar barreras y pantallas acústicas pertinentes, si es que no están contempladas en el diseño.</p> <p>-*De acuerdo a la norma nacional</p>	<p>Realizar monitoreo periódicos de ruido en la planta y en el área de influencia directa, una vez al año. El primer año se hará trimestralmente. --- Durante la operación de la planta.</p>	<p>Se hace un monitoreo trimestral en el área de planta y en los límites de ella.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dentro de la planta se hacen monitoreo periódicos de ruidos en sitios estratégicos, ver mapa arriba.</li> </ol>	<b>En cumplimiento</b>

## **Anexo 5. Análisis de la distribución de frecuencia y presión sonora del espectro acústico audible de la actividad de perforación profunda dentro de una plazoleta**

### **Análisis de la distribución de frecuencia y presión sonora del espectro acústico audible de la actividad de perforación profunda dentro de una plazoleta.**

Roberto Fernández Ugalde.  
Unidad Biológica GASO - Recursos geotérmicos, Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), junio 2018.

#### **Resumen.**

El interés de comprender el efecto que puede causar la alteración antrópica del ruido ambiental sobre los ecosistemas naturales es punto de partida para generar conocimiento sobre su respuesta a los disturbios. La actividad de perforación profunda, necesaria para la explotación geotérmica provoca una alteración en la acústica ambiental y para tratar de comprender el efecto que esta podría tener sobre el ambiente, se analizó la distribución de frecuencias en Hertz (Hz) y la presión sonora en decibelios (dB) del espectro acústico, por medio de grabaciones realizadas durante la actividad de perforación dentro y en las cercanías de una plazoleta durante las maniobras de perforación.

Las grabaciones dieron como resultado un registro de niveles de ruido sostenido durante las horas de trabajo que se encuentra entre los 25 Hz y los 2000 Hz de frecuencia, con presiones de sonido que oscilan entre los 75 y más de 100 dB, con picos máximos de corta duración menores a 0,6 segundos que alcanzan los 11 000 Hz con, las frecuencias registradas disminuyen paulatinamente hasta un 90% a una distancia de 100 m de la plazoleta.

En estudios especializados se menciona que algunas aves utilizan frecuencias de llamados que van desde los 500 Hz hasta los 10000 Hz según la necesidad de comunicación, por lo que los resultados permiten inferir que entre los 0 y 75 metros alrededor de las plazoletas se podría presentar un efecto de enmascaramiento de llamados de aves y otros grupos de fauna silvestre, en frecuencias menores a los 2000 Hz y el efecto se intensificaría conforme se acerquen a las actividades de perforación.

## Introducción.

El estudio de la acústica ambiental es una disciplina que ha tenido un importante desarrollo en la segunda mitad del presente siglo, convirtiéndose el estudio de la comunicación de especies de animales que utilizan señales sonoras o bioacústica en uno de sus ejes principales (Tubaro 1999).

La alteración en la acústica ambiental provoca cambios importantes en las poblaciones de animales silvestres y su ecología, el desplazamiento de fauna, restricción de rangos de acción, interferencias en la comunicación, alteraciones fisiológicas y disminución de la capacidad reproductiva son solo algunos de los efectos negativos estudiados (Arroyave 2006).

El término "Paisaje sonoro" se refiere a la diversidad de sonidos que componen el espectro sonoro, se ha estudiado el efecto que tienen sobre el comportamiento las diferentes configuraciones posibles de los paisajes sonoros antrópicos y las proporciones de sus componentes (Torija 2008), de esta misma forma se plantea la posibilidad de estudiar la composición y posibles efectos que tendría la alteración de paisaje sonoro natural por diferentes actividades antrópicas, sobre organismos silvestres como aves, mamíferos y anfibios.

En estudios institucionales realizados anteriormente se logró mapear la distribución geográfica de la presión sonora en algunas plazoletas de perforación profunda, de esta forma obtiene una noción básica de la posible influencia que

GASO – CSRG – ICE, junio 2018



tendrían variables como el viento y la cobertura de la tierra sobre la distribución del sonido generado por actividades antrópicas (Fernández 2015), así como conclusiones importantes que dejan clara la necesidad de aislar e identificar las fuentes y los tipos de sonidos, pensando en las repuestas positivas o negativas que muestran los animales silvestres a ruidos provenientes de distintas fuentes (Ditchkoff, Saalfeld y Gibson, 2006, Particelli, Blickley, 2006).

Es clara la necesidad de fragmentar y analizar de forma separada los componentes principales del espectro acústico que se percibe en las plazoletas de perforación profunda y el cambio que se registra conforme aumenta la distancia a la fuente, así como poder comprender mejor posibles efectos como el enmascaramiento de sonidos naturales por los generados en fuentes artificiales (Niño 2017).

El presente estudio se basó en registrar, fragmentar y describir el espectro acústico temporal percibido en una plazoleta de perforación profunda con actividad antrópica y el posible cambio este sufriera al aumentar la distancia, con el fin de establecer parámetros básicos del espectro acústico, identificar posibles efectos sobre la fauna silvestre presente en el área de estudio e identificar grupos o especies que puedan ser afectadas y formar parte de futuros estudios específicos.

#### Marco teórico.

El sonido se define como una variación de presión en un medio como el aire o el agua, que puede ser detectada por el oído humano y cuenta con algunos parámetros físicos definidos como intensidad y frecuencia (Toribio 2011). El ruido ambiental compuesto por una mezcla compleja de sonidos posee un espectro acústico muy amplio y abarca desde los infrasonidos (menos de 20 Hz), los sonidos audibles para el humano (20 Hz – 25 KHz) y los ultrasonidos (mayores a 25 KHz) (Toribio 2011), en este caso el estudio se enfoca en el espectro audible, entendiendo de esta forma los infrasonidos como aquellos con bajas frecuencias que tienen una mayor amplitud de onda y más energía para viajar por un medio, en ocasiones percibidos por el oído humano como sonidos graves que recorren grandes distancias en el aire, por el contrario los sonidos de frecuencias altas son aquellos que tienen una menor amplitud de onda y poder para viajar por el medio a largas distancias, siendo percibido por el oído humano como sonidos agudos. Los constantes avances en el estudio de la acústica ambiental nos permiten utilizar nuevas herramientas y técnicas de análisis científico sobre el paisaje acústico y su interacción con la fauna silvestre (Tubaro 1999). Información científica y observaciones realizadas en campo por la unidad biológica de recursos geotérmicos del ICE, fortalecen la necesidad de prestar una mayor importancia al estudio las fuentes de ruido y sus posibles efectos sobre los

animales silvestres, que al volumen (en dB) de los diferentes tipos de ruido (Ditchkoff, Saalfield, Gibson, 2006, Particelli, Blickley, 2006).

El efecto conocido como enmascaramiento acústico sucede cuando un sonido impide con su presencia la percepción de otro sonido total o parcialmente, este factor es una limitante de mucha importancia en la eficiencia de la comunicación de vida silvestre. (Toribio 2011)

La importancia significativa entre fuentes y los tipos de ruido, obligan a migrar de estudios basados en presión sonora (Fernández 2015), hacia el análisis individual de fragmentos del espectro sonoro en dos dimensiones del espacio acústico, el espectral (frecuencia en Hz) y el temporal (duración en segundos), siempre con el fin de generar conocimiento sobre la influencia que podrían tener las actividades de perforación profunda sobre los ecosistemas y sobre como individuos sonoros ser reparten el espacio acústico para evitar efectos de enmascaramiento sonoro (Andrade 2016).

#### Métodos.

El área de estudio se localiza en una plazoleta de perforación profunda para explotación geotérmica donde se encuentra el pozo geotérmico 63, dentro del campo geotérmico Alfredo Mainieri Protti, en Fortuna de Bagaces, Guanacaste, Costa Rica.

Las maniobras de perforación estudiadas fueron realizadas en el área de estudio por la máquina de perforación profunda K – Pem.

El área se caracteriza por una zona abierta de aproximadamente una hectárea dedicada a las actividades de explotación del recurso geotérmico, llama plazoleta de perforación (en adelante PL), rodeada de parches de bosque secundario en diferentes estados sucesionales.

La colecta de datos de grabación tomó 10 días, durante los cuales se grabaron 600 minutos, que corresponden a los primeros 5 minutos de cada hora durante 24 horas en cinco puntos diferentes, uno ubicado en el centro de la plazoleta, dentro del área de trabajo y cuatro más separados por 25 metros de distancia entre cada punto, ubicados a 25, 50, 75 y 100 metros de distancia de la plazoleta con rumbo este, la dirección fue elegida aleatoriamente.

La técnica de grabación utilizada se conoce como grabación pacífica y consiste en dejar dispositivos de grabación en campo programados para desarrollar un programa de grabación con tiempos y lapso predeterminados en laboratorio, los equipos de grabación utilizados fueron dos grabadoras marca Wildlife Acoustics, modelo Song meter SM3, operados de forma pasiva con un programa de grabación diseñado con el software SM3 configurator. Los equipos permanecieron en campo más de 24 horas por sitio, lapso que permitió tener una corrida completa de mínimo 24 grabaciones consecutivas.

La revisión de las grabaciones se realizó de forma manual no automatizada con el software Song Scope fabricado por Wildlife acoustics, se trató registro por registro con un tiempo equivalente a 48 horas de laboratorio, los resultados fueron tabulados en Excel 2010 de Office y analizados de cuantitativamente sin estudios estadísticos.

Los parámetros utilizados para estandarizar la visualización los sonogramas en el programa de visualización fueron los siguientes:

Display: Brightnes "0"/ Contrast "0"/ Invers video no activado/Hue 324/ Saturation 25/ Luminosity "0"

Mixer: Sample rate 24000/ Play back speed normal/ CH # 1/ Gain dB100/ Delay "0"/ Max simple delay 1

Spectrogram: FFT size 256/ Frecuency minimun "0"/ Amplitud gain "0"/ FFT overlap1/2/ Frecuency range 128/ Background filter "disabled".

#### Resultados.

##### Sitio 1:

El punto ubicado en la zona de perforación dentro de la PL, mantuvo dos rangos basales de frecuencias generados por fuentes antrópicas, uno de 25 a 2000 Hz y otro de los 7800 a 8800 Hz durante los 120 minutos de grabación (Figura 1), con presiones sonoras altas de 75 a más de 100 dB, también fueron registrados picos

acíclicos con tiempos de duración muy reducidos de 0,60 segundos en promedio con una presión sonora mayor a 100 dB y rangos de frecuencia que abarcan desde los 25 Hz hasta más de los 11KHz.

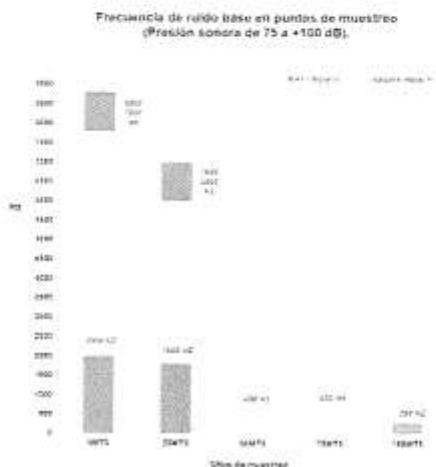


Figura 1. Representación gráfica de rangos de frecuencias registradas en puntos de muestreo, información registrada con trabajo de campo, unidad biológica GASO – ICE.

## Sitio 2:

En el punto ubicado a 25 metros de la PL, se registraron los dos rangos basales de frecuencias con una atenuación en comparación con el Punto 1, aquí los rangos van de los 25 a los 1800 Hz y de los 6000 a los 7000 Hz; y picos aciclicos

GASO - CSRG - ICE, junio 2018



con tiempos de duración reducidos cercanos a los 0,60 segundos y con niveles de presión sonora mayores a los 75 dB.

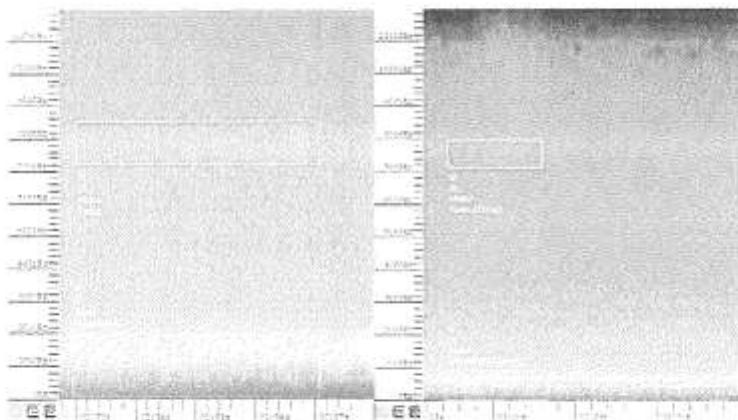


Figura 2. Espectrogramas que permiten notar la atenuación del espectro acústico en la perforadora y a 25 metros de distancia, información registrada con trabajo de campo, unidad biológica GASO – ICE.

#### Sitio 3:

El punto ubicado a 50 metros de la PL, mostró registros de ruido y frecuencias más atenuadas que los dos sitios anteriores, en este punto el rango de frecuencia basal es de 25 a 650 Hz con niveles de presión sonora mayor a 75 y menor a 90 dB, no se registró el segundo rango de frecuencias que se pudo registrar en los dos puntos anteriores.

GASO – CSRG – ICE, junio 2018



**Sitio 4:**

El punto de grabación que se ubicó a 75 metros de distancia de la PL, no mostró diferencias significativas con respecto al anterior, el rango basal de frecuencias va de 25 a 650 Hz y presión sonoras mayor a 75 y menor a 90 dB.

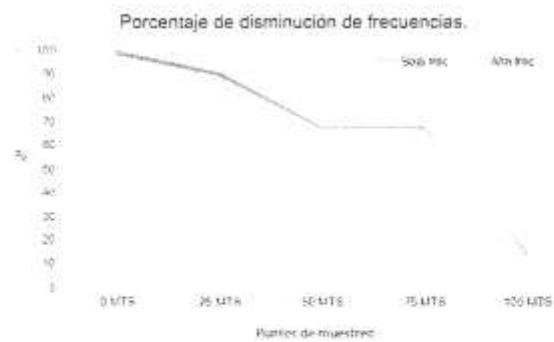
**Sitio 5:**

En este punto ubicado a 100 metros de distancia de la PL, los niveles de atenuación son mayores y se registra una diferencia en comparación con los dos puntos anteriores, en este sector se obtuvieron registros de frecuencias basales que van desde los 25 hasta los 280 Hz con niveles de presión sonora de 50 a menos de 75 dB, dentro de los espectrogramas se distinguen esbozos de algunos picos que alcanzan frecuencias altas, pero con niveles de presión sonora menores a 50 dB.

**Discusión.**

Este estudio se enfoca en el componente antrópico del espectro acústico registrado por medio de grabaciones en el área de trabajo, mismo que exhibe un fenómeno de atenuación. En los primeros 25 metros de distancia los valores máximos en los registros de ruido constante, tanto en frecuencias altas como bajas disminuyen en un 10%, a los 50 metros las frecuencias bajas disminuyen en 67%, y las altas se tornan casi imperceptibles, entre los 50 y 75 metros de distancia las frecuencias altas no se registran y no hay atenuación de las

frecuencias bajas, a los 100 metros de distancia no se registra el ruido constante en altas frecuencias y las bajas han disminuido más de un 80% (Figura 3), condición esperable por el comportamiento del sonido, como se mencionó anteriormente en el documento las frecuencias bajas generadas por el sonido constante de los motores de generación eléctrica y de perforación tienen más energía por lo que se desplazan a mayor distancia, por el contrario las frecuencias altas o sonidos más agudos provocados por válvulas o el turbo de algún motor, tienen menos poder y se disipan más rápidamente, efecto que se ve maximizado por la atenuación que provocan obstáculos como la topografía del terreno y la cobertura boscosa y las estructuras de confinamiento que el ICE ha construido para los motores con el fin primordial de disminuir los niveles de ruido que estos generan.



GASO – CSRG – ICE, junio 2018



Figura 3. Porcentaje de disminución de valores máximos de frecuencias registrados en los diferentes puntos de muestreo, información registrada con trabajo de campo, unidad biológica GASO – ICE.

En diversas investigaciones realizadas con aves se menciona que los cantos, llamados y reclamos se ubican dentro de un rango de frecuencias que va de los 2000 hasta los 8000 Hz (Baptista y Gómez 2002, Valetti 2013, Tubaro 1999) y también mencionan que los rangos de comunicación humana se colocan en un rango de frecuencia entre los 100 Hz y los 10 KHz, donde un intervalo normal de una conversación se coloca entre los 500 y 2500 Hz (Tubaro 1999), debido a esto se considera que las áreas ubicadas a menos de 50 metros de distancia de una máquina perforadora en actividad, no son aptas para la permanencia y la comunicación de especies de fauna silvestre, ni para la permanencia de personas sin equipos de protección auditiva por lapsos prolongados, los efectos negativos que se podrían estar dando en estas zonas podrían ser enmascaramiento acústico, tanto por la frecuencia en la que se emiten las señales sonoras de los individuos como por los niveles de presión sonora que predominan en dichos sectores durante las actividades de perforación. Animales que emitan señales sonoras en frecuencias iguales o menores a las que mantienen como ruido base los motores de la perforadora tendrán más dificultad para que la comunicación

sea eficiente por lo que podrían necesitar más esfuerzo energético en modificar la frecuencia o subir el nivel de presión sonora.

Respaldados con la información generada gracias al esfuerzo realizado en plazoletas de perforación profunda, podemos sugerir zonas de efectos significativos generados por las actividades de perforación profunda, la presencia de una zona crítica durante los procesos de perforación en un radio de 50 metros alrededor de las plazoletas, con posibles efectos de enmascaramiento acústico de especies sonoras, por frecuencias de sonido mayores a 2000 Hz y niveles de presión sonora mayores a 75 dB durante largos períodos en ocasiones mayores a 24 horas continuas, nos sugieren que dichas áreas no son aptas para albergar fauna silvestre mientras persistan las actividades de perforación, de igual manera podríamos considerar un desplazamiento de fauna silvestre de dichas zonas mientras se realice la actividad.

Se podría considerar también como factor de estrés ambiental los picos de ruido ocasionales que generan maniobras como la extracción de tubería de perforación, durante la cual el golpe de dicha tubería provoca picos de sonido con altas frecuencias que recorren distancias mayores a los 50 metros y son sonidos no naturales, este factor podría afectar algunas especies de animales en momentos específicos y de forma esporádica y no constante, podríamos pensar también que

los animales presentes en zonas cercanas se habitúen con el tiempo a estos picos de ruido.

Podríamos considerar también que, por el efecto de la deriva causada por elementos como el viento en zonas abiertas, los sonidos de frecuencias bajas podrían alcanzar mayores distancias, sin embargo, la posible recuperación de las coberturas de la tierra en dichos sectores serían medidas eficientes que funcionarían como pantallas atenuadoras del ruido antrópico y generarian condiciones aptas para la recolonización de fauna silvestre.

Es importante mencionar que medidas implementadas en los equipos de perforación como el confinamiento de motores de generadores han sido eficientes en la reducción de los efectos negativos que el ruido podría generar, sin embargo, podrían considerarse medidas en el futuro que ayuden a mejorar los niveles de atenuación de ruido, principalmente aquello que provoquen picos sonoros de importancia.

**Anexo 6. Análisis comparativo de luminarias utilizadas en máquinas de perforación de pozos geotérmicos y su efecto de atracción en los insectos, Proyecto Geotérmico Pailas Unidad II.**

---

**Análisis comparativo de luminarias utilizadas en máquinas de perforación de pozos geotérmicos y su efecto de atracción en los insectos, Proyecto Geotérmico Pailas Unidad II**

El Proyecto Geotérmico Pailas Unidad II obtuvo la viabilidad ambiental mediante el Plan de Gestión Ambiental (PGA) Modificado por Readecuación Ambiental del Diseño Original, Resolución No. 2457-2012 SETENA. En las medidas ambientales establecidas en dicho PGA, específicamente en la medida #33, se determina como posible impacto ambiental la afectación de los ciclos biológicos de insectos y otras especies de la fauna silvestre por contaminación lumínica durante la etapa constructiva y de operación del proyecto.

Ante ello, se establecen como medidas de acatamiento utilizar luminarias de mercurio o luz amarilla o luces de néon para disminuir la afectación a la fauna, redirigir los dispositivos de alumbrado (lámparas) hacia el suelo y no hacia arriba ni hacia los lados, para reducir la influencia de la luz hacia áreas boscosas aledañas o el uso de cobertores grandes en forma de campana, instalar las luminarias estrictamente necesarias y apagarlas cuando no se necesiten, además de la realización de un estudio para determinar las repercusiones de las luminarias en los insectos y otros tipos de fauna.

Así, el área de Gestión Ambiental del Centro de Servicio de Recursos Geotérmicos mediante la Unidad de Biología, realizó primeramente la indicación de re direccionamiento y reubicación de luminarias en las plazoletas, además, se participó mediante recomendaciones técnicas en el proceso de compra interna de las luminarias que sustituirían los alógenos y fluorescentes usados anteriormente por el CSRG en las máquinas perforadoras.

Para dicho proceso de compra se realizó un pequeño estudio de campo, comparando tres modelos de luminarias LED de diferentes tonalidades ofrecidas por los proveedores, esto mediante la atracción de insectos durante algunas horas

de la noche, logrando recomendar la luz LED con una tonalidad cálida amarilla cuya temperatura de color de luz se encuentre entre los 2700 a 4100 grados kelvin.

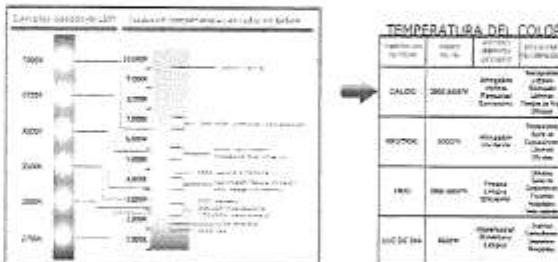


Figura 1. Imagen ilustrativa de la escala de temperatura de color de luz en grados Kelvin.

Sin embargo, si bien es ya conocido que las luminarias tipo alógeno y fluorescente, además de tener un alto consumo energético, son de los tipos que más atraen insectos, en su momento no se realizó ninguna comparación propia y directa en el campo que lograra evidenciar dichas diferencias entre las luminarias de LED y el tipo de luminarias utilizadas anteriormente a éstas. Por ello, se propone el estudio comparativo en mención.

#### Objetivo general:

Realizar un análisis comparativo entre diferentes tipos de luminarias utilizadas en máquinas de perforación de pozos geotérmicos y su efecto de atracción sobre los insectos.

#### Objetivos específicos:

Comparar cuantitativamente la atracción de insectos entre una luminaria tipo alógeno y una luminaria LED.

### Metodología

Para obtener información sobre las diferencias de atracción en insectos entre las luminarias propuestas, se realizó un monitoreo nocturno, para lo cual se seleccionó una plazoleta de perforación con cercanía a áreas boscosas con el fin de comparar la atracción de insectos por las dos luminarias. Se realizó la comparación utilizando únicamente el grupo de insectos del orden Lepidóptera (mariposas nocturnas específicamente) con una muestra de 1 noche de monitoreo con una sesión de 3 horas, desde las 18:00 hasta las 21:00 h.

Se colocaron los dos tipos de luminarias a comparar (alógeno y LED), separadas por un espacio de 50 metros y alumbrando hacia el interior de la plazoleta, teniendo de frente una manta de tela blanca que sirvió como trampa para los insectos. Cada veinte minutos se midió la temperatura de cada luminaria y se realizó manualmente un conteo en el que se tomaron todas las mariposas nocturnas presentes en la manta, se colocarán en una caja grande de maya, una vez terminado el conteo permita se liberaron la mayoría de los individuos contados.

La información obtenida se procesó de forma cuantitativa y se comparó.

Materiales:

- 1 luminaria tipo alógeno
- 1 luminaria tipo LED reflector
- 2 mantas blancas con marcos 2x2 metros
- Extensiones eléctricas
- Bolsas de plástico
- Un generador
- Navegador GPS Trimble Juno, para georreferenciar la configuración del estudio.
- Equipo de cómputo y software para procesamiento, análisis de datos y preparación de informes.

---

#### Resultados:

Los resultados obtenidos para la luminaria de Halógeno fue una colecta total de 244 individuos del grupo lepidóptera (mariposas nocturnas) y una temperatura promedio de 75 °C durante el periodo de muestreo de 4 horas.

Para la luminaria tipo LED se reportó un total de 102 individuos del grupo lepidóptera (mariposas nocturnas) y una temperatura promedio de 25,5 °C durante el periodo de muestreo de 4 horas.

**Cuadro 1.** Datos de temperatura e individuos del grupo lepidóptera colectados durante cuatro horas de muestreo nocturno, datos de campo unidad biológica GASO – ICE.

Hora	Temperatura H	Halógeno	Temperatura LED	LED
18:00	0	0	0	0
18:20	49	5	18	2
18:40	62	21	26	6
19:00	78	32	27	12
19:20	75	23	25	8
19:40	82	34	28	14
20:00	70	20	24	5
20:20	75	12	27	16
20:40	80	15	28	8
21:00	83	18	24	5
21:20	88	26	26	4
21:40	78	17	25	9
22:00	76	21	28	13
HORAS 4	PROM 75	TOTAL 244	PROM 25,5	TOTAL 102

#### Discusión:

La intencionalidad del presente estudio fue realizar un análisis comparativo entre dos tipos de luminarias utilizadas para la iluminación de sistemas de perforación profunda y tratar de comprobar la diferencia que tiene los dos tipos de luz como atractores de insectos, gracias a estudios realizados en campo por la unidad biológica en conjunto con el departamento de seguridad ambiental de recursos geotérmicos del ICE, se recomendó el cambio paulatino de sistemas de iluminación incandescente a sistemas LED con especificaciones indicadas, la comparación realizada en campo deja en claro dos aspectos de gran importancia,

el efecto de atracción de insectos es marcadamente mayor para las luminarias de Halógeno (71%) en comparación con las LED (29%) (Figura 2).



Figura 2. Porcentaje de insectos atraídos a las luminarias, datos de campo unidad biológica GASO – ICE.

Otro aspecto de gran importancia es el efecto que genera la temperatura de las luminarias sobre los insectos atraídos, por observaciones realizadas en campo se a podido comprobar que muchos de los insectos que son atraídos a luminarias de Halógeno que tienen algunas horas de estar encendidas se quema y mueren por las quemaduras, en este estudio se pudo comprobar una diferencia significativamente menor en la temperatura que alcanzan las luminarias tipo LED en campo con un promedio de 25,5 °C, casi 50 °C menos que las luces de Halógeno en el mismo periodo de trabajo (Figura 3).

El presente estudio refuerza la importancia y efectividad de las mejoras en el tema de iluminación que se han realizado en los sistemas de perforación profunda y refuerza el compromiso de mejora constante del CSRG – ICE en pro del ambiente.



Figura 3. Registros de temperatura de luminarias obtenidos durante el muestreo, datos de campo unidad biológica GASO – ICE.

### Lista de referencias

- Andrade, J. (2017) Estrategias Vocales de Aves ante el Enmascaramiento del Ruido Ambiental por Insectos. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia.
- Arroyave M; Gómez C; Gutiérrez M; Múnica D; Zapata P; Vergara I; Andrade L; Ramos K. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. ReRev.EIA.Esc.Ing.Antioq no.5 Enviado Jan./June 2006
- Baptista, Luis F.; Martínez Gómez, Juan E. (2002) La investigación bioacústica de las aves del Archipiélago de Revillagigedo: un reporte de avance Huitzil. Revista Mexicana de Ornitolología, vol. 3, núm. 2, 2002, pp. 33-41 Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A.C. Xalapa, Veracruz, México.
- Ditchkoff, S., Saalfeld, T., & Gibson, J. (2006). Animal behavior in urban ecosystems: Modifications due to human-induced stress. *Urban Ecosyst* (2006) 9: 5–12. DOI 10.1007/s11252-006-3262-3
- Fernández, R. (2015) Identificación de la zona de influencia directa del ruido generado por labores realizadas en plazoletas de perforación profunda, proyecto geotérmico las pailas unidad II. Universidad nacional Sistema de estudios de posgrado posgrado profesional en medicina de la conservación.
- Particelli, G., & Blickley, J. (2006). Avian communication in urban noise: causes and consequences of vocal adjustment. *The Auk* 123(3):639-649.
- Toribio, L. Aranguren, D. Ruiz, D. Maqueda, M. (2011). Ruido ambiental: seguridad y salud. Revista Tecnologí@ y desarrollo Escuela Politécnica Superior. Universidad Alfonso X el Sabio. 28691, Villanueva de la Cañada (Madrid). ISSN: 1696-8085.
- Torija, A. Ruiz, D. Ramos-Ridao, A. (2008). Caracterización de la calidad sonora de las zonas verdes en las aglomeraciones urbanas. Dpto. Física Aplicada Facultad de Ciencias 2 Dpto. Ingeniería Civil E.T.S. de I.C.C.P. Campus Fuentenueva s/n Universidad de Granada 18071 Granada
- Tubaro, P. (1999) Bioacústica aplicada a la sistemática, conservación y manejo de poblaciones naturales de aves. Laboratorio de Biología del Comportamiento,