



## **Informe de Responsabilidad Ambiental**

Informe de Responsabilidad N° LI-2020

Período del Informe: Octubre 2019 – Junio 2020

### **Proyecto Geotérmico Pailas**

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

Expediente N° 0788-2004-SETENA

#### **Responsable Ambiental**

Lic. Carlos Alvarez Morales

CI-329-16

Resolución 3276-2018, Vencimiento 17-12-20

Teléfono: 2000-3201, email: calvarezmo@ice.go.cr

---

*Responsable Ambiental*

---

*Ing. Luis Fernando Barrantes Prado  
Representante Legal  
Instituto Costarricense de Electricidad*

julio, 2020

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	9
II.	Seguimiento del Plan de Gestión Ambiental (PGA) .....	11
1.	Medida U2P#1. Formación y conciencia ambiental.....	11
2.	Medida U2P#2. Contaminación por el manejo inadecuado de residuos.....	11
3.	Medida U2P#3. Alteración del paisaje.....	11
4.	Medida U2P#4. Contaminación del aire producto de la emisión de gases contaminantes por la combustión de hidrocarburos en motores.....	11
5.	Medida U2P#5. Contaminación del aire por la emisión de gases no condensables durante las pruebas en pozos, casa de máquinas y la operación del campo. ....	11
6.	Medida 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.....	11
7.	Medida U2P#7. Efectos sobre la salud de las personas producto de la emisión de gases no condensables, principalmente el H <sub>2</sub> S. ....	11
8.	Medida U2P#8. Contaminación del aire por sólidos en suspensión. ....	11
9.	Medida U2P#9. Generación de Ruido. (circulación de vehículos y la operación de la maquinaria).....	11
10.	Medida U2P#10. Efectos en la salud de las personas por la generación de ruido.....	13
11.	Medida U2P#11. Generación de ruido. ....	13
12.	Medida U2P#12. Contaminación del agua por vertidos de combustibles y lubricantes en las plataformas .....	13
13.	Medida U2P#13. Contaminación del agua por fluidos geotérmicos por la posibilidad de fugas en los sistemas de conducción o rupturas en las lagunas. ....	13
14.	Medida U2P#14. Efectos sobre la salud de las personas.....	17
15.	Medida U2P#15. Eliminación de vegetación. ....	17
16.	Medida U2P#16. Efectos sobre la fauna. ....	17

17. Medida U2P#17. Aumento y alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial .....	17
18. Medida U2P#18. Generación de residuos.....	19
19. Medida U2P#19. Derrame de aceites y combustible.....	23
20. Medida U2P#20. Aumento de la erosión, cambio superficial del suelo (excavaciones y escombros). Riesgo de cambios en la composición química de los suelos.....	25
21. Medida U2P#21. Generación de ruido y vibraciones por el montaje - funcionamiento o del equipo electromecánico. ....	27
22. Medida U2P#22. Corta de árboles en un bosque primario intervenido.....	27
23. Medida U2P#23. Reducción de la cobertura de bosques primario y secundario. ....	30
24. Medida U2P#24. Alteración de procesos fisiológicos y reproductivos de flora del pastizal. ....	31
25. Medida U2P#25. Alteración de fauna silvestre.....	31
26. Medida U2P#26. Pérdida de la ictiofauna local anfibios y reptiles por el aumento de la turbidez en quebradas, ríos y nacientes.....	32
27. Medida U2P#27. Afectación de la fauna acuática por la contaminación del agua (vertido de químicos y aceites). ....	45
28. U2P#28. Pérdida del hábitat, reducción de sitios de alimentación reproducción y protección.....	46
29. Medida U2P#29. Alteración del hábitat de la fauna silvestre por eliminación de la cobertura vegetal.....	51
30. Medida U2P#30. Cambios en la diversidad y abundancia de aves y mamíferos (reducción de nichos, mortalidad e incremento del ruido). ....	59
31. Medida U2P#31. Modificación de hábitos alimenticios de algunos mamíferos y aves (por ruido y desechos ordinarios).....	63
32. Medida U2P#32. Mortalidad de aves y mamíferos por electrocución. ....	64
33. Medida U2P#33. Afectación de los ciclos biológicos de insectos y otras especies de la fauna silvestre. (Contaminación lumínica).....	65

34. Medida U2P#34. Alteración de sitios arqueológicos.....	66
35. Medida U2P#35. Cambio de la naturaleza del paisaje debido a los sitios de escombreras.....	71
36. Medida U2P#36. Aumento en la demanda de los servicios básicos. (Agua potable para consumo humano).....	72
37. Medida U2P#37. Aumento en el número de accidentes relacionados con el trabajo. (Seguridad Ocupacional).....	72
38. Medida U2P#38. Alteración de la cotidianidad de las comunidades.....	76
39. Medida U2P#39. Generación de expectativas en cuanto a los beneficios del proyecto en las comunidades de influencia social.....	76
40. Medida U2P#40. Generación de riesgo de accidentes de tránsito en las rutas de traslado de maquinaria y personal.....	76
41. Medida U2P#41. Generación de riesgo de accidentes a los turistas que se trasladan por el área de proyecto (AP).....	76
42. Medida U2P#42. El cambio en la naturaleza del paisaje debido a la inserción de obras lineales.....	76
43. Medida U2P#43. Emisiones de gases no condensables: lluvia ácida.....	76
44. Medida U2P#44. Emisiones de gases: H <sub>2</sub> S.....	79
45. Medida U2P#45. Ruido y las vibraciones generadas, por la operación de la planta..	80
46. Medida U2P#46. Alteración a la fauna silvestre .....	82
III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	82
IV. Anexo 1 .....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización Planta Geotérmica Las Pailas .....	10
Figura 2. Señalización vías públicas de acceso al AP.....	12
Figura 3. Lagunas impermeabilizadas en el campo geotérmico.....	16
Figura 4. Monitoreo químico de las aguas superficiales en el campo geotérmico .....	16
Figura 5 Parámetros de calidad de aguas para consumo humano.....	17
Figura 6 Construcción de sistema de alcantarillado para el drenaje de aguas pluviales ..	17
Figura 7 Trabajos en la conexión del PGP-13, PGP-16 y el Colector bifásico a ES-01 ....	18
Figura 8 Permiso Sanitario de Funcionamiento del Centro de Transferencia de Residuos ubicado en el Campo Geotérmico Dr. Alfredo Mainieri Protti .....	19
Figura 9 Gestores de residuos ICE, autorizados por el Ministerio de Salud .....	20
Figura 10 Residuos generados por el CSRG de Set-19 a May-20 .....	21
Figura 11 Residuos contabilizados en PG Las Pailas de octubre19 a junio 20 .....	21
Figura 12 Reporte operacional de aguas residuales de la PTAR Planta Las Pailas.....	22
Figura 13. Inspección de maquinaria, sistemas de contención de derrames, dispensadores y contenedores para el almacenamiento y transporte.....	23
Figura 14 Almacenes de sustancias peligrosas .....	24
Figura 15 Estado de drenajes en Pailas I.....	25
Figura 16. Proceso de conformación de taludes y construcción de alcantarillado para manejo de aguas pluviales.....	26
Figura 17. Ubicación de los sitios de obra Oficinas del Centro de Servicio Recursos Geotérmicos y Colector Bifásico de los pozos PGP-13 y PGP-16.....	27
Figura 18 Personal del ICE durante el proceso de corta del aprovechamiento forestal....	28
Figura 19 Formulario de Regencia Forestal.....	28
Figura 20 Copia de portada de la Resolución N°137/2019-ACG-DRFVS-OSRL.....	29

Figura 21 Copia de portada de Informe de Regencia Forestal N°1. ....	30
Figura 22 Ubicación del colector bifásico de los Pozos PGP-13 y PGP-16. ....	31
Figura 23. Sitio para el monitoreo de calidad de agua, Río Blanco arriba, nov 2019. ....	32
Figura 24. Toma de datos para análisis de laboratorio para calidad de cuerpos de agua del Campo Geotérmico Las Pailas, noviembre 2019. ....	33
Figura 25. Recolecta de macroinvertebrados. Febrero 2020. ....	36
Figura 26. Larva de <i>Leptonema</i> segundo género más común en agosto 2019. ....	39
Figura 27. Resultados del Índice BMWP-CR e Índice Holandés de los monitoreos del 2019 en el sitio Río Blanco arriba. ....	40
Figura 28. Resultados del Índice BMWP-CR e Índice Holandés de los monitoreos del 2019 en el sitio Río Blanco abajo. ....	40
Figura 29. Ninfa de <i>Camelobaetidius</i> y larva de <i>Simulium</i> géneros más comunes en noviembre 2019. ....	41
Figura 30. Inspección de sedimentadores en diciembre 2019. ....	46
Figura 31. Charla de serpientes impartida al personal del CSRG. ....	46
Figura 32. Rescate de serpiente Toboba chinga ( <i>Porthidium ophryomegas</i> ). ....	47
Figura 33. Reductor de velocidad. ....	48
Figura 34. Rótulos de velocidad máxima instalados dentro del área del Proyecto. ....	48
Figura 35. Registro de lagartija ( <i>N. oxylophus</i> ). ....	50
Figura 36. Cantidad de individuos registrados en los transectos de monitoreo. ....	50
Figura 37. Cantidad de aves identificadas mediante puntos de conteo. ....	51
Figura 38. Registro de Urraca ( <i>C. formosa</i> ),. ....	52
Figura 39. Registro de Pavón macho ( <i>C. rubra</i> ), especie Vulnerable (UICN). ....	52
Figura 40. Colocación de cámaras trampa para monitoreo de mamíferos terrestres. ....	53
Figura 41. Cámaras trampa utilizadas para el monitoreo de mamíferos. ....	54

Figura 42. Registro de dantab en monitoreo de mamíferos.....	54
Figura 43. Avistamientos de mamíferos durante monitoreo. CGLP .....	56
Figura 44. Cantidad de individuos capturados en monitoreo de murciélagos. CGLP .....	57
Figura 45. Captura de murciélagos. Febrero, 2020. CGLP .....	57
Figura 46. Avistamiento de Danta y Pato Porrón menos. CGLP .....	58
Figura 47. Cantidad de especies florísticas según tipo de hábito registradas. ....	59
Figura 48. Indicios de fauna encontrados para determinar rutas de paso de mamíferos terrestres. CGLP .....	59
Figura 49. Ubicación de pasos subterráneos dentro del Campo Geotérmico Las Pailas..	60
Figura 50. Evidencia de un manigordo utilizando paso subterráneo 1. Feb 2020.....	61
Figura 51. Evidencia de un Tolomuco utilizando paso subterráneo 2. Nov 2019.....	61
Figura 52. Ubicación de pasos aéreos para fauna dentro del CGLP .....	62
Figura 53. Colocación de rótulos preventivos sobre la presencia de fauna en la vía.....	63
Figura 54. Atropellos de serpientes.....	63
Figura 55. Comedores institucionales .....	64
Figura 56. Recorridos en ruta de la Línea de Transmisión, febrero 2020. ....	64
Figura 57. Dispersores para aves instalados en LT, CGLP.....	65
Figura 58. Iluminación plazoletas, caminos y Planta Geotérmica Las Pailas .....	66
Figura 59. Escasa evidencia arqueológica registrada durante la prospección en el Proyecto Tubería de Interconexión Pozos PGP-13y PGP-16.....	67
Figura 60. Tubería actual, obsérvese al lado izquierdo una franja con poca vegetación y en su límite, parte del bosque en regeneración que fue prospectado. ....	68
Figura 61. Sitio arqueológico Rincón de la vieja, protegido por el ICE con postes de concreto y alambre de púas. ....	68
Figura 62. En este perfil expuesto se puede notar la estratigrafía presente en el área. ...	69

Figura 63. Escasos fragmentos de cerámica precolombina hallados en algunos de los pozos de cateo, asociados al periodo Bagaces.....	69
Figura 64. Estratigrafía invertida, se puede apreciar la capa de suelo rojizo a nivel superficial producto de relleno, seguida del estrato de tierra café oscura original. ....	70
Figura 65. Eliminación de vegetación de las rocas existentes en el sector prospectado, en busca de posibles petroglifos.....	70
Figura 66. Trabajos de movimiento de tierra en los sitios de obra Colector bifásico de los pozos PGP-13 y PGP-16, así como en el sitio de obra Oficinas del CSRG .....	71
Figura 67. Escombros llevados a escombrera dentro del CGLP .....	71
Figura 68. Capacitaciones en SST.....	74
Figura 69. FDS de sustancias químicas peligrosas.....	74
Figura 70. Capacitación sobre el uso de EEP .....	75
Figura 71. Equipos para atender emergencias .....	75
Figura 72. ERI-CSRG .....	76
Figura 73. Registros del pH en lluvias en AP y AID .....	78
Figura 74. Resultados promedio de las mediciones de H <sub>2</sub> S. Fuente: Área Química.....	79
Figura 75 Resultados de los monitoreos de ruido en operación de la Unidad I. ....	80
Figura 76. Resultados de los monitoreos de ruido en operación de la Unidad II. ....	81
Figura 77 Pantalla sónica en Unidad II de Planta Pailas .....	81

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Sitios para monitoreo de calidad de cuerpos de agua asociados al campo geotérmico.....	32
Cuadro 2. Valores obtenidos en agosto del 2019 de análisis fisicoquímicos para calidad de cuerpos de agua del Campo Geotérmico Las Pailas.....	33
Cuadro 3. Cálculo del Índice Holandés para el monitoreo efectuado en agosto del 2019 para calidad de cuerpos de agua del Campo Geotérmico Las Pailas. ....	34
Cuadro 4. Valores obtenidos en noviembre del 2019 de análisis fisicoquímicos para calidad de cuerpos de agua del Campo Geotérmico Las Pailas.....	35
Cuadro 5. Cálculo del Índice Holandés para el monitoreo efectuado en noviembre del 2019 para calidad de cuerpos de agua del Campo Geotérmico Las Pailas. ....	35
Cuadro 6. Clasificación de la calidad del agua en función del puntaje total obtenido. ....	36
Cuadro 7. Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados acuáticos colectados en el CG Las Pailas, agosto 2019.....	37
Cuadro 8. Valores obtenidos en cada uno de los sitios monitoreados y su nivel de calidad de agua según el Índice BMWP-CR. Agosto, 2019.....	39
Cuadro 9. Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados acuáticos colectados en el Campo Geotérmico Las Pailas. nov, 2019.....	42
Cuadro 10. Valores obtenidos en cada uno de los sitios monitoreados y su nivel de calidad de agua según el Índice BMWP-CR. Noviembre, 2019.....	45
Cuadro 11. Capacitaciones trimestrales de SST al personal CSRG .....	72

## I. INTRODUCCIÓN

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) presenta a la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), el Informe de Regencia Ambiental "LI" del Proyecto Geotérmico Las Pailas (Expediente Administrativo N° 0788-2004-SETENA), correspondiente a los meses de octubre 2019 a junio 2020.

Según la resolución N° 3180-2019-SETENA, se concluye con la etapa constructiva del proyecto a partir del 16 de octubre del 2019, dando inicio al seguimiento ambiental de la etapa operativa, donde la periodicidad de los IRAS se establece semestralmente. Mediante oficio SETENA-DT-ASA-0356-2020 se define la periodicidad de enero a junio y de julio a diciembre. Como el último informe de regencia ambiental presentado (10 de octubre 2019) cubre los meses de julio a setiembre 2019, este informe abarca el seguimiento ambiental de octubre 2019 a junio 2020.

El informe incluye el seguimiento y control ambiental realizado por el Centro de Servicio Recursos Geotérmicos en los procesos de Operación y Mantenimiento del Campo Geotérmico, Gestión Ambiental de Ingeniería y Construcción, y el Negocio de Generación (NG), en correspondencia a la operación de la Planta.

La dinámica que implica la operación y mantenimiento del campo geotérmico para este periodo, requirió la activación de medidas relacionadas a movimientos de tierra y construcción de obras en superficie, además, es importante recalcar que para este periodo no se realizaron actividades asociadas a la perforación o mantenimiento de pozos profundos.

Resultado de la situación actual a nivel mundial por el COVID-19, las restricciones de la institución para evitar la exposición de los colaboradores de la institución, han limitado las visitas a Planta. Esto porque, a partir de la declaratoria de estado emergencia nacional en todo el país (Decreto Ejecutivo 42227-MPS), se definieron medidas sanitarias preventivas por parte del Ministerio de Salud, y el ICE ha mantenido hasta la fecha la responsabilidad para continuar con la operación de las Plantas sin exponer al personal y ciudadanía. Por esto, se envía a todos los colaboradores los lineamientos para el uso de áreas comunes en centros de trabajo, vehículos de transporte, medidas administrativas de higiene y distanciamiento social.

Lo anterior ha generado cambiar las formas para verificación del cumplimiento de los compromisos ambientales de la Planta. Por ejemplo, el personal necesario en Planta realiza reportes y registros fotográficos de las situaciones en Planta, incluso se realizan video llamadas que permiten verificar el estado y cumplimiento.

Otro de los métodos que ha funcionado es la asistencia virtual a las reuniones de la Revisión Interna del Sistema que se realiza todos los meses y que involucra temas no solo ambientales y de seguridad, sino ingenieriles y de mantenimiento de Planta, por lo que se aprovecha para conocer y enterarse de procedimientos, ejecución de mantenimientos, soluciones y atención general del sistema.



## **II. Seguimiento del Plan de Gestión Ambiental (PGA)**

### **1. Medida U2P#1. Formación y conciencia ambiental**

No aplica, debido a que durante este periodo no se desarrollaron actividades de perforación de pozos profundos.

### **2. Medida U2P#2. Contaminación por el manejo inadecuado de residuos.**

No aplica, debido a que durante este periodo no se desarrollaron actividades de perforación de pozos profundos.

### **3. Medida U2P#3. Alteración del paisaje**

No aplica, debido a que durante este periodo no se desarrollaron actividades de perforación de pozos profundos.

### **4. Medida U2P#4. Contaminación del aire producto de la emisión de gases contaminantes por la combustión de hidrocarburos en motores.**

No aplica, debido a que durante este periodo no se desarrollaron actividades de perforación de pozos profundos.

### **5. Medida U2P#5. Contaminación del aire por la emisión de gases no condensables durante las pruebas en pozos, casa de máquinas y la operación del campo.**

No aplica, debido a que durante este periodo no se desarrollaron actividades de perforación de pozos profundos.

### **6. Medida 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.**

Medida completada en la etapa constructiva.

### **7. Medida U2P#7. Efectos sobre la salud de las personas producto de la emisión de gases no condensables, principalmente el H<sub>2</sub>S.**

No aplica, debido a que durante este periodo no se desarrollaron actividades de perforación de pozos profundos.

### **8. Medida U2P#8. Contaminación del aire por sólidos en suspensión.**

Medida completada en la etapa constructiva.

### **9. Medida U2P#9. Generación de Ruido. (circulación de vehículos y la operación de la maquinaria).**

Los conductores están informados sobre restricciones vehiculares, así mismo, las rutas de acceso al PG Las Pailas están debidamente rotuladas con límites máximos de velocidad definidos por el MOPT. De forma complementaria, el ICE cuenta con dos canales de

comunicación a disposición de las comunidades para recibir quejas de vehículos que circulen a velocidad alta y se indican a continuación:

- Correo electrónico (inforecursosgeotermicos@ice.go.cr)
- Línea telefónica gratuita (800-GEOTERMIA).



Figura 2. Señalización vías públicas de acceso al AP

Es importante mencionar que las quejas recibidas por las comunidades de influencia directa, por alta velocidad de los vehículos, pueden ser corroboradas, ya que toda la flota vehicular del ICE cuenta con sistema de posicionamiento global (GPS).

Complementariamente, se mantienen recordatorios con medidas internas para evitar afectaciones a las comunidades por el paso de vehículos, mediante correos institucionales y pizarras informativas sobre estas medidas.

**10. Medida U2P#10. Efectos en la salud de las personas por la generación de ruido.**

No aplica, debido a que durante este periodo no se desarrollaron actividades de perforación de pozos profundos.

**11. Medida U2P#11. Generación de ruido.**

No aplica, debido a que durante este periodo no se desarrollaron actividades de perforación de pozos profundos.

**12. Medida U2P#12. Contaminación del agua por vertidos de combustibles y lubricantes en las plataformas**

No aplica, debido a que durante este periodo no se desarrollaron actividades de perforación de pozos profundos.

**13. Medida U2P#13. Contaminación del agua por fluidos geotérmicos por la posibilidad de fugas en los sistemas de conducción o rupturas en las lagunas.**

Todas las lagunas dentro del área de proyecto cuentan con sistemas de impermeabilización. Complementariamente el personal realiza inspecciones visuales para verificar el adecuado funcionamiento de los sistemas de impermeabilización en las lagunas y para detectar oportunamente la presencia de fugas potenciales según se detalla en las siguientes fotografías (Figura 3).



PL-11



PL-11



PL-12



PL-12



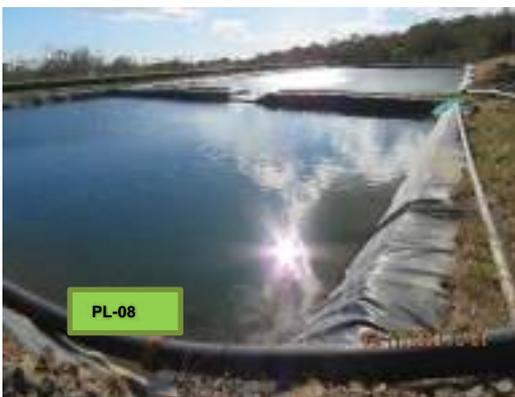




Figura 3. Lagunas impermeabilizadas en el campo geotérmico.

Durante todas las etapas del proyecto se ha implementado un programa para el monitoreo del pH, cloruros y conductividad de las aguas superficiales dentro del área de proyecto. Los resultados de dichos análisis se detallan en la Figura 4.

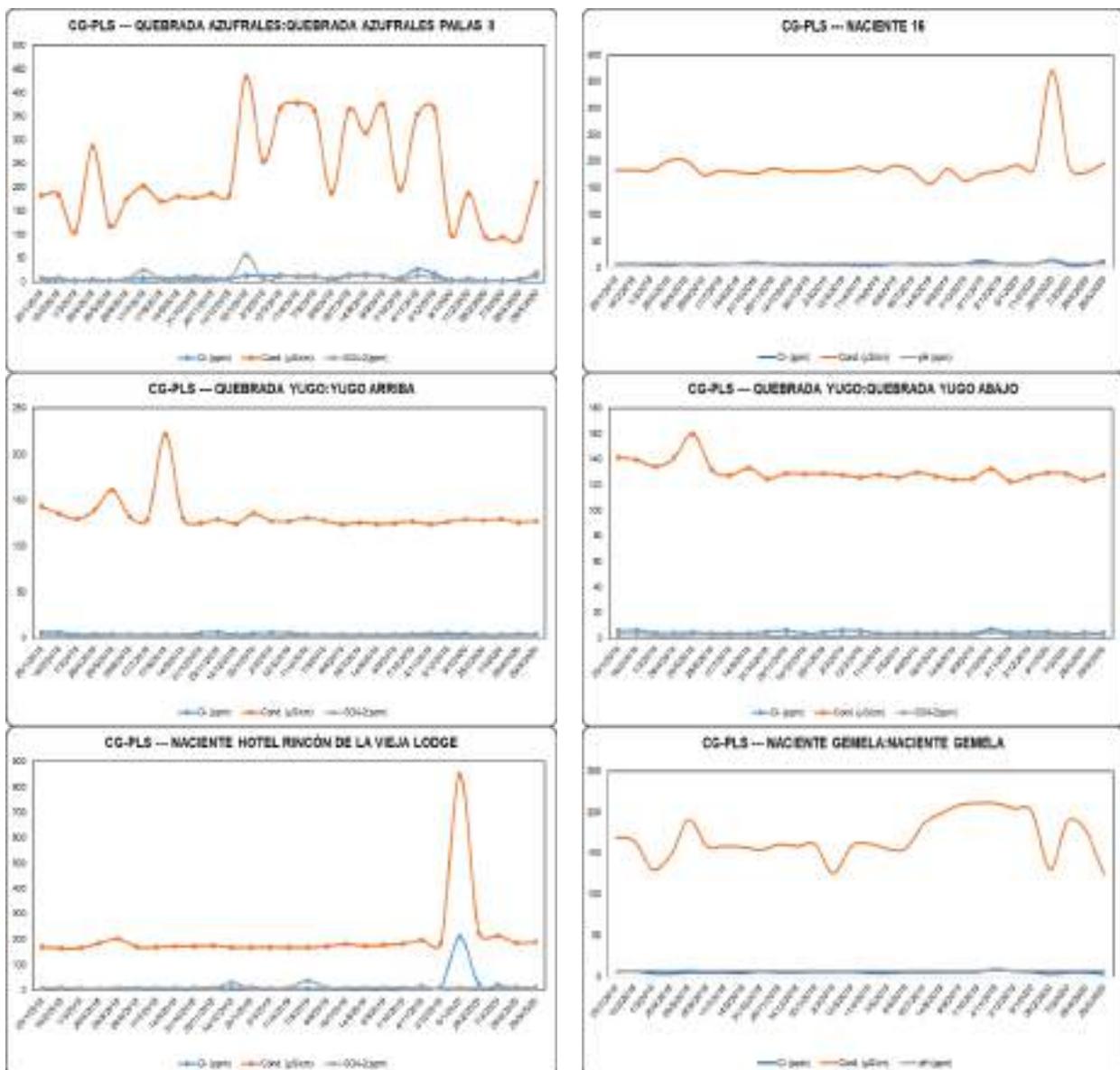


Figura 4. Monitoreo químico de las aguas superficiales en el campo geotérmico

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 (Figura 5). Lo anterior, como referencia, ya que las aguas analizadas no son utilizadas para consumo humano.

Parámetro para aguas superficiales de consumo humano								
Parámetro	pH		Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )		Cloruro - Cl <sup>-</sup> (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 máximo admisible
Valor	6.5	8.5	400	-----	25	250	<1	5 <sup>2</sup>

Figura 5 Parámetros de calidad de aguas para consumo humano

#### 14. Medida U2P#14. Efectos sobre la salud de las personas.

Medida completada en la etapa constructiva.

#### 15. Medida U2P#15. Eliminación de vegetación.

Medida completada en la etapa constructiva. Durante el presente periodo de informe no se construyeron nuevas plazoletas.

#### 16. Medida U2P#16. Efectos sobre la fauna.

No aplica, debido a que durante este periodo no se desarrollaron actividades de perforación de pozos profundos.

#### 17. Medida U2P#17. Aumento y alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial

Las actividades de movimientos de tierra ejecutadas durante el presente periodo de informe fueron realizadas en época seca.

Como parte del proceso constructivo del sitio de obra "Oficinas del Centro de Servicio Recursos Geotérmicos", durante el presente periodo de informe se trabaja en la construcción del sistema de alcantarillado para las aguas pluviales del sitio de obra (Figura 6).



Figura 6 Construcción de sistema de alcantarillado para el drenaje de aguas pluviales

Como parte del mejoramiento y aprovechamiento del recurso geotérmico, actualmente se trabaja en la conexión del PGP-13, PGP-16 y el Colector bifásico a ES-01, de los cuales se concluyó con las actividades de limpieza de la ruta (desmonte), replanteo topográfico, cimentación de silenciadores y canal de descarga de silenciadores. Adicionalmente, se están prefabricando los pasos de tuberías que contiene la ruta.

Actualmente se avanza en la construcción del sistema de aguas pluviales, construcción de las cimentaciones y losa de piso del edificio de instrumentación, y en la fabricación de estructura metálica. Además, se finalizó la construcción de casetas y las obras de plazoleta correspondientes (colocación de tuberías, cableado, luminarias, tomas especiales, etc.).



Limpeza de ruta de tuberías



Colocación de tubería y caja de registro para automatización de pozos



Construcción de cimiento de silenciador y canal de descarga en el PGP-13



Construcción de sistema de recolección de aguas pluviales.



Construcción de fundación y losa de piso del edificio de Instrumentación y Control

---

Figura 7 Trabajos en la conexión del PGP-13, PGP-16 y el Colector bifásico a ES-01

El monitoreo en cuerpos de agua superficiales de parámetros como DBO y DQO y el mantenimiento de sedimentadores se presenta en la Medida U2P#26.

## 18. Medida U2P#18. Generación de residuos

### Residuos sólidos

Los residuos generados por el Centro de Servicio de Recursos Geotérmicos (CSRG) son retirados semanalmente de las instalaciones o puntos de separación, posteriormente son transportados y almacenados temporalmente en el Centro de Transferencia de Residuos ubicado en el Campo Geotérmico Dr. Alfredo Mainieri Protti. Este edificio cuenta con el permiso sanitario de funcionamiento (Figura 8).



PERMISO SANITARIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MINISTERIO DE SALUD  
No. 548.2015

REGION RECTORIA DE SALUD CHONDISMA  
AREA RECTORIA DE SALUD BAGACES

El establecimiento a lo que establece la Ley General de Salud y el Reglamento General para el Organismo de Funcionamiento de Funcionamiento por parte del Ministerio de Salud, así como demás normativas vigentes, se otorga el presente permiso sanitario de funcionamiento a:

CENTRO DE ACUMULO DE RESIDUOS DEL CENTRO DE SERVICIO RECURSOS GEOTERMICOS  
NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO

NACION SOCIAL: INSTITUTO COLOMBIENSE DE ELECTRICIDAD  
CÉDULA JURÍDICA N°: 40004130

REPRESENTANTE LEGAL: ALEXANDER SOLÍS BARRIOS  
CÉDULA DE IDENTIDAD N°: 3.0677.0113

TIPO DE ACTIVIDAD: CENTRO DE ACUMULO DE RESIDUOS PARA LOS PROCESOS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO Y EXPLOTACIÓN DE YERBA

DIRECCION: BAGACES  
PROVINCIA: BAGACES  
CANTON: FORTUNA  
DISTRITO: FORTUNA

DIRECCION: UBICADO 3 KM AL NORTE DE LA RIGLA EMBALECA EL BIEN PASEO, DETRAS DE LAS PLANTAS MINIVALESI Y EL FORTUNA

CLASIFICACION (CBI):  C100 TIPO DE RESIDUO:  A  CORDO S.A.

VALIDO EN LA CIUDAD DE BAGACES, A LOS 02 DÍAS DEL MES DE JULIO DE 2015

El presente permiso es otorgado provisionalmente para la actividad y lugar arriba indicados por el periodo correspondiente, salvo que los condiciones de uso o de funcionamiento, o las actividades que concuerdan a la legislación ambiental la suspensión o cancelación, cualquiera del mismo o la clausura del establecimiento para garantizar la salud de los trabajadores, de la población y del ambiente en general.

Tiene validez de: 2 AÑOS  
DEBE SER RENOVADO EL 02 DE JULIO DE 2017

Las actividades y condiciones bajo las cuales se otorga este permiso se detallan en el presente permiso.

Dr. Gabriela Patricia Pizarro  
DIRECTORA AREA RECTORIA DE SALUD

Dr. [Firma]  
DIRECTOR(A) ADJUNTO(A) DE SALUD  
o del Funcionamiento designado

Logo del Ministerio de Salud y el logo de BAGACES.

Figura 8 Permiso Sanitario de Funcionamiento del Centro de Transferencia de Residuos ubicado en el Campo Geotérmico Dr. Alfredo Mainieri Protti

Durante el año se capacita al personal sobre la correcta disposición de los residuos, sin embargo, para este periodo, no se realizaron capacitaciones.

Todos los residuos se manejan según lo establecido en la legislación del país, para ello se lleva una trazabilidad de los residuos generados y los residuos despachados a gestores autorizados por el Ministerio de Salud (Figura 9).



Figura 9 Gestores de residuos ICE, autorizados por el Ministerio de Salud

En operación de la Planta, los residuos ordinarios son gestionados por la Municipalidad de Liberia, los especiales y peligrosos son trasladados al Centro de Transferencia de Residuos ubicado en las instalaciones de la Unidad I, el cual se encontraba en orden y con separación de residuos por tipo. En el lugar se separan para ser entregados al gestor de Residuos Autorizado para su debido tratamiento. De octubre 2019 a junio 2020 se contabilizaron 690.5 kilos de residuos ordinarios, 1456.4 kilos de peligrosos, y 83 kilos de residuos especiales (Figura 11).

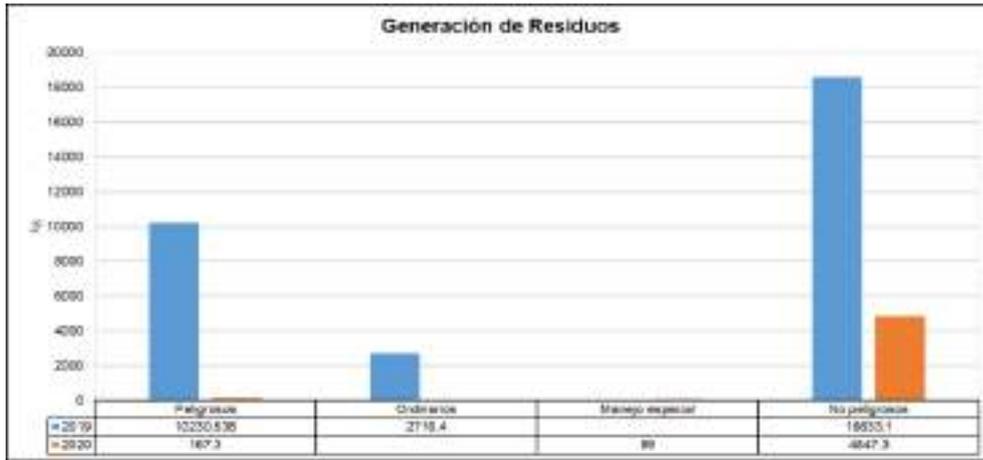


Figura 10 Residuos generados por el CSRG de Set-19 a May-20

*Nota: Los reportes mensuales pueden variar en caso de realizarse despachos de residuos que están pendientes de obtener el peso por parte de la empresa gestora.*

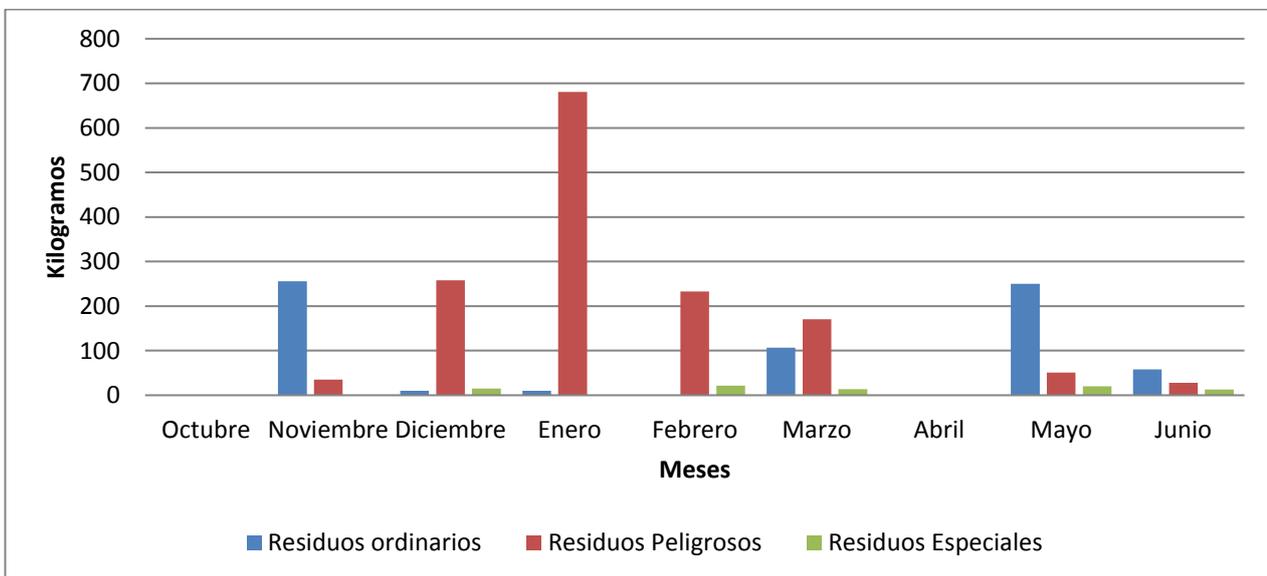


Figura 11 Residuos contabilizados en PG Las Pailas de octubre19 a junio 20

### Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Durante el periodo de seguimiento se ha presentado una disminución muy importante del caudal de agua de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) cayendo entre 0.0 y 2.4 m<sup>3</sup>/día, lo que representa un 5 a 2% de capacidad. Lo anterior genera que casi no llegue agua al tanque homogenizador.

Para continuar manteniendo las condiciones del proceso, se han aumentado los tiempos de residencia y los reciclos de las piletas, esto ha hecho que el flujo en el tanque de sedimentación ya no sea constante, sino esporádico, lo que dificulta realizar los muestreos, ya que no siempre hay flujo, dado que las piletas tienen bajo nivel.

El comportamiento de los equipos es normal, no se han tenido fallas, el agua tiene un color café claro, sin olor, pero siempre con bajos niveles en las piletas. Es positivo que ya no llega grasa a las parrillas, lo que baja la carga orgánica.

El homogenizador tiene un pH de 6.80, una conductividad de 1023 uS, un contenido de O2 de 3.5 a 5 mg/l, no se han tenido problemas con la aireación.

En el caso del reactor biológico, normalmente tiene nivel bajo, lo que afecta el tiempo de llenado, el color del agua es café paja, no hay malos olores, no se observa grasa, el comportamiento de las bombas de sumidero es satisfactorio, no se han tenido fallas de aireación, sin embargo, es necesario cambiar los filtros de aire. El contenido de solidos sedimentables del reactor tiene un promedio de 146 mg/l, lo que representa un registro bajo. El agua de reactor tiene un pH promedio de 6.8, el promedio del oxígeno de 4 mg/l, el agua tiene un color café claro sin olores.

El sedimentador normalmente está con un nivel bajo, ya que el reactor tarda semanas en llenarse y vierte poco, esto afecta el muestreo. Cuando se ha podido efectuar tiene un pH de 7.0 en promedio, con un contenido de oxígeno de 4 en promedio. El sensor de flujo no puede mostrar el valor por estar muy bajo el valor.

El lecho de secado no se está usando dado el bajo flujo de agua residual y poco lodo que actualmente está ingresando a la planta.

En términos generales la planta ha logrado tratar la carga orgánica entrante, pero con dificultades por los bajos niveles y flujos poco constantes.

### REPORTE OPERACIONAL AGUAS RESIDUALES

PROCESO DE TRATAMIENTO

**I. DATOS GENERALES**

Planta Operadora: Instituto Costarricense de Electricidad  
 Planta Las Pailas  
 Ubicación: Gerencia de aguas residuales  
 Provincia: Guanacaste Cantón: Liberia Municipio: Liberia  
 Dirección: De las manzanas de color 4.7 km. hacia el norte camino Interamericana, dentro hacia el norte al km. camino a Caraballeda  
 Página en Internet: <http://www.grepa.com>

Número Nacional de Encargamiento: No. REC-ARL-119-111 | Tipo: 05-2017 | Versión: 05-2017  
 Número Municipal: No. N/A | Plan: N/A | Versión: N/A  
 Número del Proyecto: 13 | 2017026  
 Período reportado: del 01 de Julio 2018 al 31 de Mayo 2018

Presencia de presedimentación del Efluente: ( ) Sí / ( ) No / ( ) Otro: /  
 Vigilancia o Representante del EPP Invernal: Mónica Borge Soto  
 Tel: 2008 2829 | Fax: N/A | Apartado Postal: N/A  
 Correo Electrónico: [arbol@icre.gov.cr](mailto:arbol@icre.gov.cr)

Responsable Técnico del Reporte: Ing. Juan Carlos Escobar  
 Tel: 2008-2176 | Fax: N/A | Apartado Postal: N/A  
 Correo Electrónico: [arbol@icre.gov.cr](mailto:arbol@icre.gov.cr) | Cel: 8880-6114-68

**II. DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES**

Vertida al cuerpo receptor: Nombre del cuerpo receptor: Río Colorado  
 Vertida al Alcantarillado Sanitario: Nombre del SAAS:  
 Resaca: Tipo N°:

**III. MEDICIÓN DE CAUDALES**

Estado empleado: ( ) Automático

La medición de caudales debe hacerse en la salida de la última unidad de tratamiento.

**IV. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES POR PARTE DEL ENTE GENERADOR**

**TABLA I. ESTADÍSTICA DEL MONITOREO**

	1º de Julio	Promedio	Devío Estándar	Máximo	Mínimo	Valor (1.5σ)
Caudal (m³/día)	20	2.4	0.71	0	19	20
pH	4	7.0	0.14	6.88	7.12	7.0
Sólidos Sedimentables	1	0.2	0.20	0.0	0.0	0.0
Temperatura	1	24.8	0.05	25.0	24.6	25.0

El valor de desviación estándar (σ) se calcula como la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de las desviaciones.  
 El valor de desviación estándar (σ) se calcula como la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de las desviaciones.  
 El valor de desviación estándar (σ) se calcula como la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de las desviaciones.

En caso de que se encuentre con un sistema de instrumentación, debe indicar el estado de dicho sistema.

**V. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS**

Nombre del Laboratorio: LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL USA  
 Número de Pruebas Encargadas de Encargamiento: CN-ARL-01-119-111  
 Tipo: ( ) Físico / ( ) Químico / ( ) Microbiológico  
 N° Análisis Físico-químico: AQ-148-2018 / N° Análisis Microbiológico: ( )  
 Muestra: simple  
 Tiempo de Entrega (días): al número de muestras por carga de muestra: 1 muestra tipo simple a las 10:31, en el laboratorio.

Salida de la planta  
Mes: 02 de diciembre 2018

**TABLA I. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO**

Parámetro	DBO5 (mg/l)	COQ5 (mg/l)	pH	T (°C)	STP (mg/l)	STP5 (mg/l)	Cloro (mg/l)	Cloro (mg/l)	Cloro (mg/l)	Cloro (mg/l)
Valor	21.0	1.20	0.90	24.44	66	66	4	4	4	4
Invernal	1.8	0.4	0.100	0.44	66	66	-	-	-	-
Valor (1.5σ)	10	1.30	5.8	13.40	50	50	5	5	5	5

El valor de desviación estándar (σ) se calcula como la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de las desviaciones.  
 El valor de desviación estándar (σ) se calcula como la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de las desviaciones.  
 El valor de desviación estándar (σ) se calcula como la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de las desviaciones.

Figura 12 Reporte operacional de aguas residuales de la PTAR Planta Las Pailas

## 19. Medida U2P#19. Derrame de aceites y combustible.

Durante el presente periodo de informe no se registraron derrames de hidrocarburos en ninguno de los sitios de obra y se verificó el uso de sistemas contenedores adecuados para el transporte y almacenamiento de combustibles, así como el uso de sistemas de contención y absorbentes para ser utilizados en caso de que se presente un derrame (Figura 13).



Recipiente para transporte en campo dentro de bandeja de contención con absorbente en la base.



Dispensador de diésel dentro de bandeja de contención.



Inspección de maquinaria que labora en sitios de obra.



Figura 13. Inspección de maquinaria, sistemas de contención de derrames, dispensadores y contenedores para el almacenamiento y transporte.

- ✓ Se verificaron que los aceites, disolventes, pinturas y demás sustancias peligrosas se disponen en los Almacenes de Sustancias Peligrosas, las cuales tienen sistema de contención de derrames dirigido por medio de canales al tanque de contención de derrames.
- ✓ Los aceites están en un área de uso exclusivo para materiales inflamables. En estos sitios no se almacenan combustibles.
- ✓ Se verificaron las hojas de seguridad, limpieza de las bodegas, drenajes y tanque de contención, accesos controlados, disponibilidad de kits de control de derrames, estado y carga de los extintores, funcionamiento de las duchas y estado de la rotulación e información correspondiente a almacenamiento, transporte y manejo de materiales y sustancias peligrosas.

- ✓ No se observaron derrames en superficie y/o drenajes y el tanque estaba limpio
- ✓ Los almacenes se encuentran ordenados de acuerdo al diseño y recomendaciones del regente químico (Figura 14).



Figura 14 Almacenes de sustancias peligrosas

- ✓ Los mantenimientos electromecánicos de unidades y equipos se realizan solamente en la zona de talleres. Se verifica el estado de los talleres, almacenamiento de productos, limpieza y disposición de materiales.
- ✓ La trampa de aceites del taller se limpia una vez al mes por parte del área civil de la Planta. Esta acción se realiza para evitar un posible rebalse o afectación al tanque. Estos aceites se envían al centro de transferencia donde un Gestor de Residuos recoge para su debido tratamiento.
- ✓ El sistema de soda cáustica se encuentra en estado óptimo con el debido sistema de contención de derrames.
- ✓ No se hacen cambios de aceite de vehículos dentro de la Planta. Todos los trabajos de mantenimiento vehicular se realizan en talleres proveedores del ICE y que cumplen con las normativas de manejo de residuos.
- ✓ 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. Se verifica el estado de los drenajes.



Figura 15 Estado de los drenajes en Pailas I, no se observaron obstrucciones, ni derrames

**20. Medida U2P#20. Aumento de la erosión, cambio superficial del suelo (excavaciones y escombros). Riesgo de cambios en la composición química de los suelos.**

El diseño constructivo del sitio de obra Oficinas del Centro de Servicio Recursos Geotérmicos (Figura 16) considera la conformación de taludes de baja altura, a los que se conforma y compacta para estabilizar la superficie de estos. Posteriormente, estos taludes serán tratados mediante la colocación de geotextil.

Así mismo, el sitio de obra considera la construcción de un sistema de cunetas y alcantarillado para el manejo de las aguas pluviales del sitio. En el presente periodo de informe se trabajó en la conformación de taludes y en la construcción del alcantarillado para el manejo de aguas pluviales (Figura 17).



Figura 16. Proceso de conformación de taludes y construcción de alcantarillado para manejo de aguas pluviales.

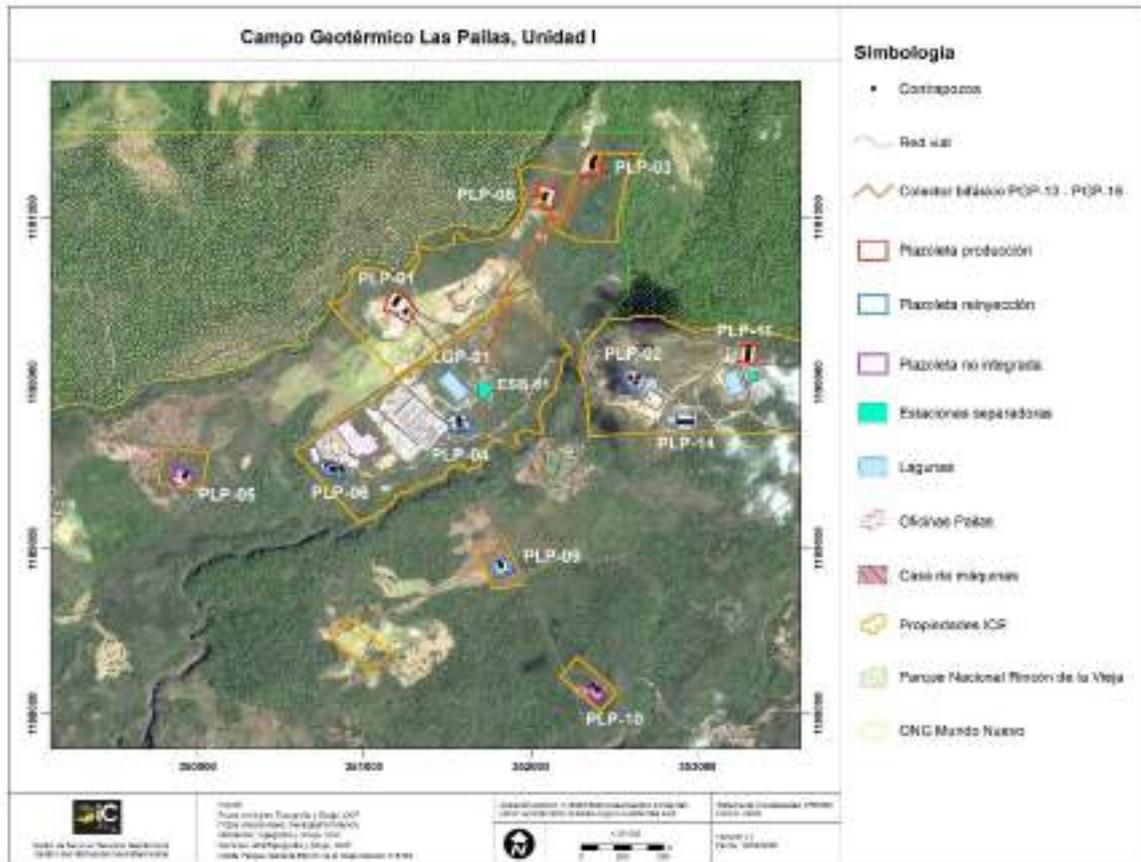


Figura 17. Ubicación de los sitios de obra Oficinas del Centro de Servicio Recursos Geotérmicos y Colector Bifásico de los pozos PGP-13 y PGP-16.

**21. Medida U2P#21. Generación de ruido y vibraciones por el montaje - funcionamiento o del equipo electromecánico.**

No aplica, debido a que durante este periodo no se desarrollaron actividades constructivas asociadas a movimientos de tierra.

**22. Medida U2P#22. Corta de árboles en un bosque primario intervenido.**

Durante el presente periodo de informe se tramitó un permiso de aprovechamiento forestal para la construcción de la tubería bifásica de los pozos productores PGP-13 y PGP-16 del Campo Geotérmico Las Pailas, ubicados en las plazoletas PLP-03 y PLP-08, respectivamente (sector Pailas I). Este permiso de aprovechamiento forestal corresponde a un total de 539 árboles en un área total de 3,6 ha (Figura 18).

Este permiso fue tramitado mediante el contrato de Regencia Forestal N° 016288 G, con Expediente GU-GU01-PCE-CN-00151-2019 y fue aprobado mediante Resolución N°137/2019-ACG-DRFVS-OSRL (Figura 19, Figura 20).

Durante el presente periodo de informe se realizó la corta de 229 árboles, lo cual fue reportado al MINAE mediante Informe de Regencia Forestal N°1. Conforme avance el proceso constructivo se determinará la necesidad de cortar más árboles asociados a este permiso de aprovechamiento forestal, lo cual será evidenciado en los siguientes informes (Figura 21).



Figura 18 Personal del ICE durante el proceso de corta del aprovechamiento forestal.

**Colegio de Ingenieros Agrónomos**  
FORMULARIO DE REGENCIA FORESTAL

Nº 016258 G

EL PRESENTE FORMULARIO DE REGENCIA FORESTAL TIENE COMO PROPÓSITO CUMPLIR CON LAS DISPOSICIONES DE LA LEY Nº 4622 (LEY ORGÁNICA DEL COLEGIO DE INGENIEROS AGRÓNOMOS) LEY Nº 1714 (LEY FORESTAL) DECRETOS (DECRETOS REGULADOS A LA LEY FORESTAL) DECRETOS REGULADOS AL REGLAMENTO DE INGENIEROS FORESTALES, DECRETOS, Y ORDENANZAS QUE ESTABLEZCAN LAS RELACIONES ENTRE EL REGENTE Y EL REGISTRO DE BANCOS FORESTALES PARA LO CUAL LAS PARTES A QUE SE REFIERE DEBERÁN LLENARLO BAJO LA PE DE JURAMENTO Y APOYO DE LAS COMISIONES LOCALES DE SUS INSCRIPCIONES.

**PRIMERO: DATOS GENERALES**

**A. INFORMACIÓN DEL REGENTE**  
 Nombre: Ing. Carlos José Lora No. Colegato: 6541 Identificación No.: 10440009  
 Dirección para notificaciones: Av. Bolívar, Guayaquil  
 Teléfono: 0997154 Fax o E-mail: carloslora@guayaquil.com Apartado: \_\_\_\_\_

**B. INFORMACIÓN DEL REGENTADO**  
 Nombre propietario de la finca: Industria Siderúrgica de Guayaquil S.A. Identificación No.: 7111111111  
 Representante legal: \_\_\_\_\_ Identificación No.: \_\_\_\_\_  
 Apellido: Alvarado Nombre: Benigno Identificación No.: 5209499  
 Dirección para notificaciones: Provincia: San Jacinto Cantón: San Jacinto Distrito: San Jacinto  
 Dirección: Calle 10 de Agosto, Guayaquil  
 Teléfono: 0997154 Fax o E-mail: benignoalvarado@guayaquil.com Apartado: \_\_\_\_\_

**C. INFORMACIÓN DEL INMUEBLE A REGENTAR**  
 Provincia: San Jacinto Cantón: San Jacinto Distrito: San Jacinto  
 Dirección señal (incluyendo número de finca): Calle 10 de Agosto, Guayaquil  
 Número de inscripción en el Registro Público: 5-15-01-12-00015-00219-00015-15-01219-000

**C.1 - PARA APROVECHAMIENTO FORESTAL**

Sub-módulo	Área a aprovechar (ha, hectáreas y letras)	Volumen (m <sup>3</sup> , metros y letras)
<input type="checkbox"/> CO Plantación		
<input type="checkbox"/> CO SAF		
<input type="checkbox"/> CO Árboles Plantados (Industria Siderúrgica)		
<input type="checkbox"/> Árboles Aislados		
<input type="checkbox"/> Bosque Primario		
<input type="checkbox"/> Bosque Secundario		
<b>TOTAL</b>		

**C.2- REFORESTACIÓN**  
 Etapa del proyecto en años: \_\_\_\_\_ Bloque  SAF   
 Nombre Vulgar: \_\_\_\_\_ Nombre Científico: \_\_\_\_\_ Área (Ha): \_\_\_\_\_ Cantidad Árboles (en SAF): \_\_\_\_\_

**C.3- VIVEROS FORESTALES**  
 Nombre Vulgar: \_\_\_\_\_ Nombre Científico: \_\_\_\_\_ Cantidad: \_\_\_\_\_

**C.4- CONSERVACIÓN / PROTECCIÓN Manejo (Tratan. Silvicultural)  Regeneración  Protección**   
 Área / ha efectiva (hectáreas y letras): \_\_\_\_\_  
CO: Contribución de Orogén; SAF: Sistema Agroforestal

Figura 19 Formulario de Regencia Forestal



SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN  
ÁREA DE CONSERVACIÓN GUANACASTE  
DIRECCIÓN DE RECURSOS FORESTALES Y VIDA SILVESTRE  
OFICINA SUBREGIONAL LIBERIA.



**PERMISO ESPECIAL DE APROVECHAMIENTO FORESTAL MODALIDAD CONVENENCIA NACIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA TUBERIA BIFASICA EN EL PROYECTO GEOTÉRMICO PAILAS A NOMBRE DEL INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD. RESOLUCION N°137/2019-ACG-DRFVS-OSRL.**

Es la Oficina Subregional del Área de Conservación Guanacaste, del Ministerio de Ambiente y Energía, en Liberia, a las nueve horas, del día veintitres de noviembre del dos mil diecinueve.

**RESULTANDO**

**PRIMERO:** Que en fecha 28 de octubre del 2019, el señor Wagner Rosales Solórzano, cédula identidad 5-249-952, con facultades de Apoderado General sin límite de suma el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) cédula jurídica 4-000-042139, presenta solicitud para el aprovechamiento forestal de quinientos treinta y nueve árboles (539) de diversas especies con un volumen de 140.74m<sup>3</sup>, bajo la modalidad de Permiso Especial con Convenencia Nacional, con inventario forestal elaborado y regentado por el Ing. Elmer González Luna, cédula 1-1214-0387, CIAFO 6543, en las propiedades inscritas al Folio Real matrícula 5-150527-000, 5-150528-000, 5-150529-000 con planos catastrados G-952891-2004, G-956273-2004, G-953325-2004 respectivamente, ubicados en el caserío Curubandé, distrito Curubandé, cantón de Liberia, provincia de Guanacaste.

**SEGUNDO:** Que a dicha solicitud se le abrió expediente *expediente* GU-GU01-PCE-CN-00151-2019 al cual se adicionaron los siguientes documentos presentados en el acto:

- Inventario forestal, elaborado y firmado por el Ing. Elmer González Luna, cédula 1-1214-0387, CIAFO 6543.
- Croquis con la ubicación de los árboles solicitados.
- Contrato de regencia N°016258-G, con vigencia de 2 años a partir del 28 de octubre del 2019; suscrito entre Instituto Costarricense de Electricidad, cédula de persona jurídica 4-000-042139, representada por el señor Wagner Rosales Solórzano, cédula identidad 5-249-952 y el Ing. Elmer González Luna, cédula 1-1214-0387, CIAFO 6543.
- Certificación del Plano cadastrado G-952891-2004 emitida por el Registro Nacional.
- Certificación literal de la propiedad inscrita al folio real matrícula 5-150527-000 emitida por la Notaria Institucional del ICE Licda. Sabrina Francis Salazar.
- Certificación del Plano cadastrado G-956273-2004 emitida por el Registro Nacional.
- Certificación literal de la propiedad inscrita al folio real matrícula 5-150528-000 emitida por la Notaria Institucional del ICE Licda. Sabrina Francis Salazar.
- Certificación del plano catastro G-953325-2004 emitida por la Notaria Institucional del ICE Licda. Andrea Campos Villalobos.
- Certificación literal de la propiedad inscrita al folio real matrícula 5-150529-000 emitida por el Notario Institucional del ICE Lic. Rodolfo Emilio Villalobos Rojas.
- Copia certificada por la Notaria Institucional del ICE Licda. Sabrina Francis Salazar, del testimonio de la escritura N°40.
- Copia del Decreto N°33819-MP-MINAE-H-MIDEPLAN, Gaceta, lunes 12 de marzo de 2007, "Artículo 4°. Se declara de conveniencia nacional e interés público los planes de expansión de ICE y sus empresas, en los Sectores de Electricidad y Telecomunicaciones..."
- Copia del Decreto Ejecutivo N°26729-MP-MINAE, que declara de interés público los proyectos de generación y transmisión y distribución de energía eléctrica.



Figura 20 Copia de portada de la Resolución N°137/2019-ACG-DRFVS-OSRL.

No. 00714371

A.C.G.  
Bosques Secundarios  
19 ENE 2018

**INFORME DE REGENCIA FORESTAL PARA PLANES DE MANEJO**

Informe en  Apertura  Seguimiento  Cierre

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

No. parcelas de explotación: 00000001\_0010001 N° Municipio: Apurimayo (0904) o N° distrito: PISMARCO  
 N° CANTÓN: 00000001-00000001  
 Referencia cartográfica: 00000001\_0010001\_0010001\_0010001\_0010001  
 Fecha de corte: 10/01/2018 N° Forestal de la Regencia (Apurimayo y WAK): 00000001

**1.1. Regente**  
 Cédula: 11111111 Nombre: JUAN CARLOS LUIS N° colegado: 1111  
 No. Teléfono: 000 1111 Correo electrónico: juan@regencia.gob.pe

**1.2. Regentado**  
 Cédula: 22222222 Nombre: JUAN CARLOS LUIS N° colegado: 2222  
 No. Teléfono: 000 2222 Correo electrónico: juan@regencia.gob.pe

**1.3. Inmueble**  
 Muestra (I): 1\_00000001\_0010001\_0010001\_0010001\_0010001  
 Provincia: Apurimayo Centro: Urcubamba Distrito: Cuzco  
 Número de parcelas (I): 00000001, 00000002, 00000003, 00000004, 00000005 y 00000006  
 0000

**1.4. Propietario (Físico o jurídico)**  
 Cédula: 33333333 Nombre: JUAN CARLOS LUIS N° colegado: 3333  
 No. Teléfono: 000 3333 Correo electrónico: juan@regencia.gob.pe

**II. INFORMACIÓN TÉCNICA**

**2.1. Área efectiva autorizada (ha): 3,6** Área efectiva aprovechada (ha): 3,6

**2.2. Adjunto copia de la foto de muestra de identificación autorizada por la RFE para cada una de las parcelas con el informe de apertura.**

Parcela	Superficie (ha)	Superficie aprovechada (ha)	Superficie no aprovechada (ha)	Superficie total (ha)	Superficie aprovechada (%)	Superficie no aprovechada (%)	Superficie total (%)
00000001	1,0	1,0	0,0	1,0	100	0	100
00000002	1,0	1,0	0,0	1,0	100	0	100
00000003	1,0	1,0	0,0	1,0	100	0	100
00000004	1,0	1,0	0,0	1,0	100	0	100
00000005	1,0	1,0	0,0	1,0	100	0	100
00000006	1,0	1,0	0,0	1,0	100	0	100
<b>Total</b>	<b>6,0</b>	<b>6,0</b>	<b>0,0</b>	<b>6,0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>

No. 00714371

Figura 21 Copia de portada de Informe de Regencia Forestal N°1.

**23. Medida U2P#23. Reducción de la cobertura de bosques primario y secundario.**

Como se indica en la medida U2P#22, durante el presente periodo de informe se tramitó el permiso y se llevó a cabo el aprovechamiento forestal en el sitio de obra Colector bifásico de los pozos PGP-13 y PGP-16, para un área total de aprovechamiento forestal aprobada de 3,6 ha (Figura 22).

El sitio de obra donde se realizó el aprovechamiento forestal está cubierto por un bosque secundario temprano (10-15 años) y bosque secundario intermedio (15-35 años), con árboles de especies heliófitas como el laurel (*Cordia alliodora*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Gavilancillo (*Albizia adinocephala*), guarumo (*Cecropia peltata*), entre otros. Así mismo, en algunos de los tramos del sitio de obra se cuenta con cobertura de pasto *Brachiaria brizantha*, el cual es remanente de la actividad ganadera desarrollada años atrás en el mismo terreno.

Por otra parte, ninguno de los árboles inventariados se encuentra en condición de veda. Así mismo, estos árboles se encuentran fuera de zonas de protección definidas en la Ley Forestal N° 7575 y su Reglamento.



Figura 22 Ubicación del colector bifásico de los Pozos PGP-13 y PGP-16.

#### 24. Medida U2P#24. Alteración de procesos fisiológicos y reproductivos de flora del pastizal.

No aplica, debido a que durante este periodo no se han construido ni desmantelado obras temporales. Las áreas impactadas por los sitios de obra intervenidos corresponden a bosque secundario en etapa de sucesión temprana, producto de las actividades de restauración de bosque en áreas de pasto desde el año 2008 en el sector del campo geotérmico denominado Pailas I.

#### 25. Medida U2P#25. Alteración de fauna silvestre.

Actualmente se cuenta con la contratación de la bióloga Laura Artavia Murillo, Profesional incorporado al Colegio de Biólogos de Costa Rica. N° Carnet 1832 y Consultor SETENA: CI-197-14 como encargada del área de Biología, para el cumplimiento de las medidas ambientales de los Planes de Gestión Ambiental de los diferentes Campos Geotérmicos del ICE.

**26. Medida U2P#26. 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).**

Debido a la sensibilidad de la fauna acuática ante una eventual afectación de los cuerpos de agua, se determina que los monitoreos biológicos y fisicoquímicos tendrá una periodicidad trimestral.

Se establecieron ocho sitios para el monitoreo de calidad de agua (Cuadro 1 y Figura 23), 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 1. Sitios para monitoreo de calidad de cuerpos de agua asociados al campo geotérmico

Nombre	E	N	Altura msnm
<b>Yugo arriba</b>	354360	1190065	757
<b>Yugo abajo (calle)</b>	354051	1189587	743
<b>Colorado arriba</b>	352290	1190273	673
<b>Colorado abajo (LT)</b>	352217	1190096	655
<b>Río Negro arriba</b>	353013	1187934	555
<b>Río Negro abajo</b>	352946	1187847	549
<b>Río Blanco arriba</b>	351289	1190714	676
<b>Río Blanco abajo</b>	351176	1190651	668



Figura 23. Sitio para el monitoreo de calidad de agua, Río Blanco arriba, nov 2019.

**26.1 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 24.



Figura 24. Toma de datos para análisis de laboratorio para calidad de cuerpos de agua del Campo Geotérmico Las Pailas, noviembre 2019.

Las muestras de agua para análisis de DBO y Nitrógeno amoniacal son tomadas en el campo, refrigeradas y enviadas al laboratorio CHEMLABS 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.

#### *Resultados en III Trimestre 2019.*

El Cuadro 2 muestra los resultados de las mediciones directas y los resultados de laboratorio realizadas en agosto del 2019 en los ocho sitios de monitoreo mencionados anteriormente.

Cuadro 2. Valores obtenidos en agosto del 2019 de análisis fisicoquímicos para calidad de cuerpos de agua del Campo Geotérmico Las Pailas.

Nombre	Altura msnm	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto	DBO	DQO	Nitrógeno amoniacal	Turbiedad
Q. Yugo arriba	694	23.1	6.7	8.1	<2	<1	<0,02	<0,50
Q. Yugo abajo (Calle)	695	22.7	6.65	9.4	<2	4	<0,02	<0,50
Río Colorado	701	23.4	6.66	12.8	<2	<1	<0,02	2.62
Río Colorado LT (abajo)	699	23.8	6.64	9.7	<2	<1	<0,02	<0,50
Río Negro arriba	711	25.5	6.63	10.9	<2	<1	<0,02	<0,50
Río Negro abajo	711	24.9	6.64	8.66	<2	<1	<0,02	<0,50
Río Blanco arriba	700	23	4.86	10.1	<2	<1	<0,02	<0,50
Río Blanco abajo	701	21.7	4.67	8.7	<2	<1	<0,02	1.31

Las muestras de agua para análisis de DBO y Nitrógeno amoniacal son tomadas en el campo, refrigeradas y enviadas al laboratorio 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 Cuadro 3 se muestran los resultados y la interpretación de la calidad del agua al aplicar el Índice Holandés en los ocho sitios de monitoreo, donde se refleja que todos muestran diferentes categorías de contaminación siendo solo la Quebrada Yugo arriba y Río Blanco abajo los que presentan aguas sin contaminación (color azul).

Cuadro 3. Cálculo del Índice Holandés para el monitoreo efectuado en agosto del 2019 para calidad de cuerpos de agua del Campo Geotérmico Las Pailas.

Fecha	Sitio	Suma Puntos	Calidad de agua	Color
Agosto 2019	Q. Yugo arriba	3	Sin contaminación	Azul
Agosto 2019	Q. Yugo abajo (calle)	4	Contaminación incipiente	Verde
Agosto 2019	Río Colorado	7	Contaminación moderada	Amarillo
Agosto 2019	Río Colorado LT (abajo)	5	Contaminación incipiente	Verde
Agosto 2019	Río Negro Arriba	7	Contaminación moderada	Amarillo
Agosto 2019	Río Negro Abajo	4	Contaminación incipiente	Verde
Agosto 2019	Río Blanco arriba	5	Contaminación incipiente	Verde
Agosto 2019	Río Blanco abajo	3	Sin contaminación	Azul

#### *Resultados en IV Trimestre 2019*

El Cuadro 4 muestra los resultados de las mediciones directas y los resultados de laboratorio realizadas en noviembre del 2019 en los ocho sitios de monitoreo mencionados anteriormente.

Las muestras de agua para análisis de DBO y Nitrógeno amoniacal son tomadas en el campo, refrigeradas y enviadas al laboratorio 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.

Cuadro 4. Valores obtenidos en noviembre del 2019 de análisis fisicoquímicos para calidad de cuerpos de agua del Campo Geotérmico Las Pailas.

Nombre	Altura msnm	Temp (°C)	pH	Oxígeno disuelto	DBO	DQO	Nitrógeno amoniacal	Turbiedad
Q. Yugo arriba	694	23.9	6.69	8.43	13	19	<0,02	<0,50
Q. Yugo abajo (CALLE)	695	23.4	6.75	8.26	2	3	<0,02	<0,50
Río Colorado	701	23.2	7.42	7.18	2	7	<0,02	<0,50
Río Colorado LT (abajo)	699	22.2	7.1	7.68	2	3	<0,02	<0,50
Río Negro Arriba	711	22.2	7.49	6.95	<2	<1	<0,02	<0,50
Río Negro Abajo	711	22.2	7.35	6.63	4	5	<0,02	<0,50
Río Blanco arriba	700	23	4.34	8.8	2	3	<0,02	<0,50
Río Blanco abajo	701	21.8	4.38	8.24	<2	2	<0,02	<0,50

En el Cuadro 5 se muestran los resultados e interpretación de la calidad del agua al aplicar el Índice Holandés en los ocho sitios de monitoreo. Se refleja que la mitad de los sitios presentan aguas sin contaminación (color azul) y la otra mitad aguas con contaminación incipiente, al cual se le asigna el mismo color de clasificación.

Cuadro 5. Cálculo del Índice Holandés para el monitoreo efectuado en noviembre del 2019 para calidad de cuerpos de agua del Campo Geotérmico Las Pailas.

Fecha	Sitio	Suma Puntos	Calidad de agua	Color
nov-19	Q. Yugo arriba	6	Contaminación incipiente	Azul
nov-19	Q. Yugo abajo (CALLE)	3	Sin contaminación	Azul
nov-19	Río Colorado	3	Sin contaminación	Azul
nov-19	Río Colorado LT (abajo)	3	Sin contaminación	Azul
nov-19	Río Negro Arriba	4	Contaminación incipiente	Azul
nov-19	Río Negro Abajo	5	Contaminación incipiente	Azul
nov-19	Río Blanco arriba	4	Contaminación incipiente	Azul
nov-19	Río Blanco abajo	3	Sin contaminación	Azul

Los resultados de los primeros dos trimestres del 2020 se estarán presentando en el próximo informe de regencia, ya que los datos se están tabulando actualmente para su interpretación

## 26.2 Macroinvertebrados acuáticos

Para la colecta de macroinvertebrados en cada punto de monitoreo se tomó un tramo aproximado de 500 m longitudinales, donde aleatoriamente se muestrearon los diferentes microhabitats presentes (sustratos rocosos, orillas con vegetación, sedimento fino) durante 20 minutos usando las redes D-Net con malla de 250 µm (Figura 25).

Para que la muestra fuera representativa, se hizo colecta manual con la ayuda de una pinza, en piedras y material vegetal sumergido, por un tiempo de 20 minutos en cada sitio. El material colectado fue depositado en recipientes plásticos rotulados, preservado con alcohol al 96% y llevado al Laboratorio para su posterior separación e identificación hasta el nivel taxonómico de familia o género con base en literatura concerniente (Roldán 1996, Merritt & Cummins 1996, Springer y Hanson). 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 25. Recolecta de macroinvertebrados. Febrero 2020.

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

El resultado y conclusión de este índice (BMWP-CR) es que las familias poco tolerantes a la contaminación tienen registros con valores altos y las familias tolerantes tienen registros de valores bajos. El sistema BMWP, considera que un cuerpo de agua tiene un alto grado de contaminación cuando los valores obtenidos en el índice son bajos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Clasificación de la calidad del agua en función del puntaje total obtenido.

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

#### Resultados en III Trimestre 2019.

En los ocho sitios de monitoreo, la composición taxonómica de macroinvertebrados acuáticos encontrados pertenecen a 35 familias y se lograron identificar 46 géneros distribuidos en 495 individuos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados acuáticos colectados en el CG Las Pailas, agosto 2019.

Taxón	Río Colorado arriba	Río Colorado LT	Río Negro abajo	Río Blanco abajo	Q. Yugo arriba	Río Blanco arriba	Río Negro arriba	Q. Yugo abajo (calle)	Total general
<i>Ambrysus</i>					2		2		4
<i>Anacroneuria</i>		3	3				6	13	25
<i>Argia</i>			2	11		6	3		22
<i>Atopsyche</i>				1					1
<i>Austrotinodes</i>				8		2			10
<i>Belostoma</i>	2	4		1		4			11
<i>Brechmorhoga</i>	1	1			1			1	4
<i>Camelobaetidius</i>	1						8		9
<i>Chimarra</i>								1	1
<i>Chironomini</i>						1			1
<i>Chloronia</i>			1	2				1	4
<i>Corydalus</i>	1	1	1	3		1		1	8
<i>Cryphocricos</i>							1		1
<i>Epigomphus</i>			1		6				7
<i>Erpetogomphus</i>			2						2
<i>Farrodes</i>			5		3		2	1	11
<i>Hetaerina</i>		4	4	4	3	6	8	6	35
<i>Heteragrion</i>					1				1
<i>Heterelmis</i>			1				1		2
<i>Hexatoma</i>				2	1	1		1	5
<i>Hydroscapha</i>								2	2
<i>Hydrosmilodon</i>							1		1
<i>Leptohyphes</i>		1	1		3		1	5	11
<i>Leptonema</i>		1	8		5		11	22	47
<i>Limnocois</i>	8	11			9		2	6	36
<i>Macrelmis</i>	1		1				14		16
<i>Macronema</i>	1				1		4		6
<i>Mayobaetis</i>	6	2				2			10
<i>Moribaetis</i>	1								1
<i>Nectopsyche</i>							1		1
<i>Notonecta</i>				1					1
<i>Orthoclaadiinae</i>						1			1

<b>Taxón</b>	<b>Río Colorado arriba</b>	<b>Río Colorado LT</b>	<b>Río Negro abajo</b>	<b>Río Blanco abajo</b>	<b>Q. Yugo arriba</b>	<b>Río Blanco arriba</b>	<b>Río Negro arriba</b>	<b>Q. Yugo abajo (calle)</b>	<b>Total general</b>
<i>Palaemnema</i>	1				1				2
<i>Phanocerus</i>								2	2
<i>Phyllogomphoides</i>			1						1
<i>Phylloicus</i>			1					3	4
<i>Polycentropus</i>		1		19		32			52
<i>Polyplectropus</i>			1	1	2	1	2		7
<i>Psephenus</i>							1		1
<i>Rhagovelia</i>			1		1	1		6	9
<i>Scirtes</i>				1		1			2
<i>Simulium</i>						5			5
<i>Stridulivelia</i>					1				1
<i>Tetraglossa</i>					1		1	2	4
<i>Thraulodes</i>		1						16	17
<i>Tricorythodes</i>	1		12				24	2	39
<i>Planariidae</i>								4	4
<i>Pseudothelphusidae</i>			2		3		3	4	12
<i>Blaberidae</i>								16	16
<i>Hyallemidae</i>					17			2	19
<i>Oligochaeta</i>							1		1
<b>Total general</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>48</b>	<b>54</b>	<b>61</b>	<b>64</b>	<b>97</b>	<b>117</b>	<b>495</b>

Para este periodo, el punto de monitoreo Quebrada Yugo abajo (calle) corresponde al sitio con mayor cantidad de individuos  $n= 117$ , seguido por Río Negro arriba con 97 individuos y, por otra parte, el sitio Río Colorado arriba aportó el dato más bajo con apenas 24 individuos.

En cuanto a los taxones identificados, *Polycentropus* y *Leptonema* fueron los que aportaron las mayores abundancias con  $N= 52$  y  $N= 47$  especímenes respectivamente (Figura 26).



Figura 26. Larva de *Leptonema* segundo género más común en agosto 2019.

Al aplicar el índice BMWP-CR, según el Reglamento para la clasificación y la evaluación de calidad de cuerpos de aguas superficiales N° 33903-MINAE-S se obtiene que un sitio presenta “Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible”, cuatro sitios presentan “Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada”, y tres sitios “Aguas de calidad mala, muy contaminadas”. Estos sitios corresponden a los puntos de muestreo ubicados en el Río Blanco y a Río Colorado arriba.

Cuadro 8. Valores obtenidos en cada uno de los sitios monitoreados y su nivel de calidad de agua según el Índice BMWP-CR. Agosto, 2019.

Sitio muestreo	Valor BMWP-CR	Calidad de Agua
Q. Yugo arriba	80	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Q. Yugo abajo (calle)	101	Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible.
Río Colorado arriba	47	Aguas de calidad mala, contaminadas.
Río Colorado LT	62	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Río Negro arriba	83	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Río Negro abajo	72	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Río Blanco arriba	52	Aguas de calidad mala, contaminadas.
Río Blanco abajo	54	Aguas de calidad mala, contaminadas.

La condición que se presenta en el Río Blanco es reiterativa en los muestreos llevados a cabo durante el 2019. En las siguientes figuras se grafican los resultados del 2019 para el sitio Río Blanco aguas arriba (Figura 27) y Río Blanco aguas abajo (Figura 28), donde se incluye el resultado del BMWP-CR y el valor del Índice Holandés.

Se aprecia que la condición del agua para el caso de los macroinvertebrados acuáticos ha resultado mayormente en aguas de calidad mala para ambos sitios (color amarillo), esto quiere decir que hubo mayor presencia de familias que toleran la contaminación ya que éstas registran bajos valores del índice, por lo tanto, el valor general (sumatoria de familias) es bajo. Esta contaminación de la que se habla que toleran las familias encontradas en el Río Blanco es de tipo orgánica, también influye en este resultado la abundancia de insectos, ya que esta depende de diferentes condiciones ambientales que presente el sitio. Un bajo registro de familias también va a tener peso en el valor del índice.

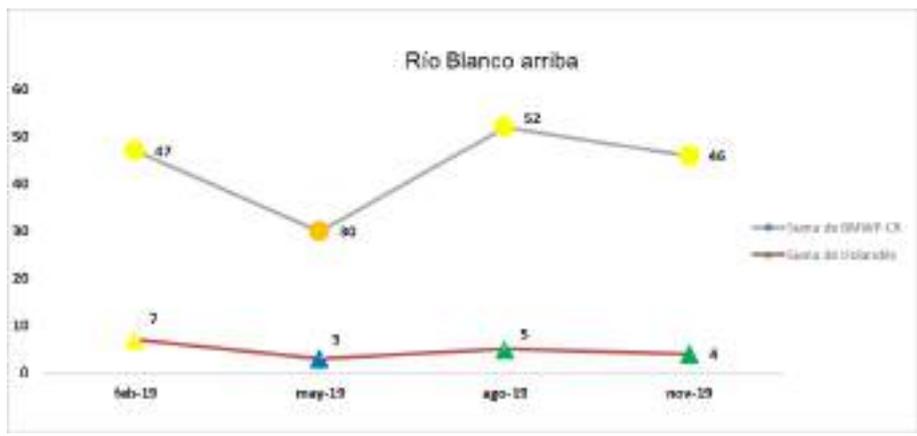


Figura 27. Resultados del Índice BMWP-CR e Índice Holandés de los monitoreos del 2019 en el sitio Río Blanco arriba.

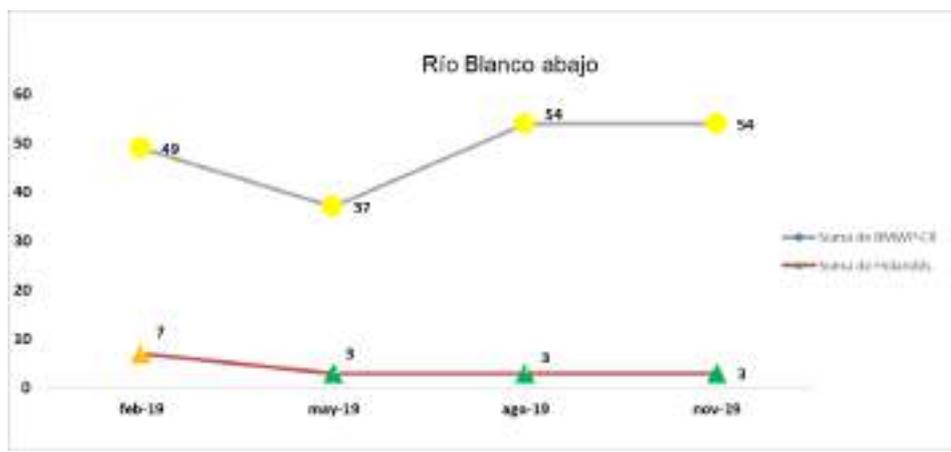


Figura 28. Resultados del Índice BMWP-CR e Índice Holandés de los monitoreos del 2019 en el sitio Río Blanco abajo.

Se graficaron los resultados del Índice Holandés para evidenciar que no hay relación directa entre el resultado de un índice y otro en el mismo sitio de monitoreo, si se sabe que algunas variables influyen en la composición biológica del ecosistema acuático, sin embargo, este análisis no se realiza.

En el sitio aguas abajo, predomina una contaminación incipiente (color verde), sin embargo, a simple vista no se observan perturbaciones que puedan afectar directamente la condición del río.

Al interpretar las categorías de calidad del agua, nos referimos a la integridad del ecosistema acuático, mas no así a la potabilidad del agua. Si se obtiene un resultado de aguas con calidad excelentes no quiere decir que sea potable, sino que el ambiente acuático se encuentra en buen estado para la fauna acuática y su conservación.

#### *Resultados en IV Trimestre 2019*

En los ocho sitios de monitoreo, la composición taxonómica de macroinvertebrados encontrados pertenecen a 35 familias y se lograron identificar 46 géneros, distribuidos en 602 individuos (Cuadro 9).

Para este periodo, el punto de monitoreo Quebrada Yugo abajo (calle) corresponde al sitio con mayor cantidad de individuos  $n= 122$ , seguido por Río Colorado –LT con 115 individuos y, por otra parte, el sitio Río Blanco abajo aportó el dato más bajo con apenas 39 individuos.

En cuanto a los taxones identificados, *Camelobaetidius* y *Simulium* fueron los que aportaron las mayores abundancias con  $N= 54$  y  $N= 50$  especímenes respectivamente (Figura 29).



Figura 29. Ninfa de *Camelobaetidius* y larva de *Simulium* géneros más comunes en noviembre 2019.

Cuadro 9. Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados acuáticos colectados en el Campo Geotérmico Las Pailas. nov, 2019.

Taxón	Río Blanco abajo	Río Blanco arriba	Río Negro abajo	Río Colorado arriba	Río Negro arriba	Q. Yugo arriba	Río Colorado LT	Q. Yugo abajo (calle)	Total general
<i>Macronema</i>				1					1
<i>Pelocoris</i>					1				1
<i>Gyrinidae</i>				1					1
<i>Phyllogomphoides</i>					1				1
<i>Cachos</i>			1						1
<i>Chironominae</i>	1								1
<i>Ceratopogonidae</i>	1								1
<i>Chironomini</i>						1			1
<i>Hexanchorus</i>					1				1
<i>Hydroscaphidae</i>			1						1
<i>Cryphocricos</i>			1						1
<i>Libellulidae</i>			1						1
<i>Stratiomyidae</i>				1					1
<i>Isopoda</i>								1	1
<i>Polyplectropus</i>			1		1				2
<i>Psephenus</i>			1		1				2
<i>Austrotinodes</i>	1	1							2
<i>Tipulidae</i>							2		2
<i>Macrelmis</i>			0	2	0		1	0	3
<i>Americabaetis</i>				1		2			3
<i>Pseudothelphusidae</i>			1			1		1	3
<i>Orthoclaadiinae</i>	1						2		3
<i>Hebrus</i>	1				2				3
<i>Gyretes</i>					3				3
<i>Heteragrion</i>						3			3

Taxón	Río Blanco abajo	Río Blanco arriba	Río Negro abajo	Río Colorado arriba	Río Negro arriba	Q. Yugo arriba	Río Colorado LT	Q. Yugo abajo (calle)	Total general
<i>Epigomphus</i>						3			3
<i>Heterelmis</i>			1	1	1				3
<i>Hexatoma</i>	1				2				3
<i>Belostoma</i>	0	1					1	1	3
<i>Scirtes</i>	1	3							4
<i>Notonecta</i>	1	3							4
<i>Argia</i>	2			1		1			4
<i>Dicranops</i>						1		4	5
<i>Rhagovelia</i>				1		1	1	2	5
<i>Tricorythodes</i>				1	1	1	1	1	5
<i>Brechmorhoga</i>					1	2	1	1	5
<i>Ambrysus</i>			1			5			6
<i>Thraulodes</i>					1			5	6
<i>Farrodes</i>			2		4				6
<i>Chloronia</i>		1	4		1				6
<i>Hydrosmilodon</i>			3		3				6
<i>Phylloicus</i>			1	2	2	1		2	8
<i>Planariidae</i>			1	1		1	1	5	9
<i>Limnocoris</i>				0	1	7	0	1	9
<i>Oligochaeta</i>				2			1	7	10
<i>Phanocerus</i>						4		8	12
<i>Chimarra</i>			4		2			7	13
<i>Hyallemidae</i>						14			14
<i>Blaberidae</i>			7			1	2	4	14
<i>Corydalus</i>		5	2	1	1		3	2	14
<i>Smicridea</i>					1		15		16

<b>Taxón</b>	<b>Río Blanco abajo</b>	<b>Río Blanco arriba</b>	<b>Río Negro abajo</b>	<b>Río Colorado arriba</b>	<b>Río Negro arriba</b>	<b>Q. Yugo arriba</b>	<b>Río Colorado LT</b>	<b>Q. Yugo abajo (calle)</b>	<b>Total general</b>
<i>Nectopsyche</i>			6		7			4	17
<i>Moribaetis</i>				3			13	1	17
<i>Mayobaetis</i>	9	7	1		1	1			19
<i>Polycentropus</i>	10	10							20
<i>Tetraglossa</i>					3	13		7	23
<i>Baetodes</i>				2	7		14		23
<i>Leptohyphes</i>			3	2	4	6	6	9	30
<i>Hetaerina</i>	4	3		14		6	8		35
<i>Anacroneuria</i>			6	3	15		3	10	37
<i>Leptonema</i>			7	3	1	8	2	20	41
<i>Simulium</i>	6	11	3	2	9			19	50
<i>Camelobaetidius</i>				16			38		54
<b>Total general</b>	<b>39</b>	<b>45</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>78</b>	<b>83</b>	<b>115</b>	<b>122</b>	<b>602</b>

El género *Camelobaetidium* pertenece a una familia muy grande y diversa llamada Baetidae, las ninfas son pequeñas y abundan en la mayoría de quebradas y ríos no contaminados. Por otra parte, las larvas de *Simulium* pertenecen a la familia Simuliidae, es común encontrarlas fijadas en la vegetación y rocas por medio del ápice de su abdomen.

Al aplicar el índice BMWP-CR (Cuadro 10), según el “Reglamento para la clasificación y la evaluación de calidad de cuerpos de aguas superficiales” se obtiene que dos sitios presentan “Aguas de calidad excelente”, un sitio presenta “Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible”, tres sitios presentan “Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada”, y dos “Aguas de calidad mala, muy contaminadas”. Estos dos sitios corresponden a los puntos de muestreo ubicados en el Río Blanco y en el Río Colorado arriba.

Cuadro 10. Valores obtenidos en cada uno de los sitios monitoreados y su nivel de calidad de agua según el Índice BMWP-CR. Noviembre, 2019.

Sitio muestreo	Valor BMWP-CR	Calidad de Agua
Q. Yugo arriba	99	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Q. Yugo abajo (CALLE)	122	Aguas de calidad excelente.
Río Colorado arriba	73	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Río Colorado LT	73	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Río Negro arriba	125	Aguas de calidad excelente.
Río Negro abajo	111	Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible.
Río Blanco arriba	46	Aguas de calidad mala, contaminadas.
Río Blanco abajo	54	Aguas de calidad mala, contaminadas.

### 26.3 Ictiofauna

Por problemas en el equipo de electropesca no se pudo efectuar el monitoreo de peces.

### 26.4 Mantenimiento de Sedimentadores

Mensualmente se realiza una inspección de los sedimentadores para determinar el funcionamiento de los mismos. Se llevaron a cabo las visitas de campo en las que visualmente se determinó lo siguiente:

- Se evidencia gran cantidad de hojarasca y vegetación acumulada en las cajas y en los sedimentadores (Figura 30).
- No todos cuentan con la barrera de detención de sedimento.
- Se solicita la limpieza de todas las estructuras, para asegurar el buen funcionamiento previo a la entrada de la época lluviosa.

### 27. Medida U2P#27. Afectación de la fauna acuática por la contaminación del agua (vertido de químicos y aceites).

El monitoreo fisicoquímico, sus resultados y correspondiente análisis fue abordado en la medida anterior.



Figura 30. Inspección de sedimentadores en diciembre 2019.

**28. U2P#28. 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, movimientos de tierras, interrupción de paso de fauna, atropello y colecta)**

**28.1. Capacitaciones relacionadas al manejo y protección de herpetofauna (principalmente serpientes venenosas).**

En el periodo se impartieron cuatro charlas sobre el manejo de serpientes a las cuales asistieron un total de 48 participantes del CSRG (Figura 31).

El objetivo de estas actividades es dar a conocer al personal los riesgos, la prevención y la importancia de las serpientes, además, crear conciencia sobre su conservación.



Figura 31. Charla de serpientes impartida al personal del CSRG.

## 28.2. Capacitaciones relacionadas al manejo de fauna silvestre.

En el periodo no se impartieron capacitaciones al personal

## 28.3. 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.

Para la realización de las labores de rescate se cuenta con equipo de protección como guantes de lona y cuero, cajas de madera, jaulas para un transporte adecuado, pinzas y ganchos herpetológicos y 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 diferente ya que algunos patógenos peligrosos o secreciones tóxicas de la piel pueden ser transferidos fácilmente de un animal a otro.

Las serpientes venenosas que sean capturadas serán trasladadas a sitios similares al que fueron encontradas, serán lugares lejanos a los sitios de obra y previamente identificados, esto por razones de seguridad tanto para pobladores locales como trabajadores del Proyecto.

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.

Durante el periodo se rescataron tres individuos, dos de ellos serpientes (Figura 32) y un mamífero perteneciente a la familia de los zorros pelones o zarigüeyas.



Figura 32. Rescate de serpiente Toboba chinga (*Porthidium ophryomegas*).

#### 28.4. Diseño y Establecimiento de Rótulos de Señalización Vial y Reductores de Velocidad.

Se cuenta con cinco reductores de velocidad ubicados en el área de proyecto con el propósito de reducir el riesgo de atropello de fauna silvestre, los cuales cuentan con su debido mantenimiento para garantizar su correcto funcionamiento.



Figura 33. Reductor de velocidad. CGLP

Asimismo, se tiene rotulación en los accesos dentro del campo geotérmico como medida complementaria para reducir el riesgo de atropello de fauna silvestre (Figura 34).



Figura 34. Rótulos de velocidad máxima instalados dentro del área del Proyecto. CGLP

## **28.5. Monitoreos de fauna**

Se hizo un análisis de los diferentes sitios de monitoreos ubicados en todo el Campo Geotérmico y se determinó la necesidad de establecer un transecto sobre la quebrada El Yugo y eliminar el T2 a partir del 2020.

Los sitios definidos para el monitoreo de fauna silvestre son los siguientes:

1. Transecto Los Monos.
2. Transecto Oropéndola.
3. Transecto PLP-3.
4. Transecto 1.
5. Transecto 2 (eliminado a partir del 2020).
6. Transecto 3.
7. Transecto El Yugo.

## **28.6. 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 realizarán recorridos diurnos y nocturnos trimestrales para la búsqueda de individuos. Los recorridos diurnos se realizan con una duración de 3 horas en horario de 8:00 a 15:00, revisando cuidadosamente en troncos, hojarasca y debajo de piedras y cualquier otro sustrato; y la búsqueda nocturna con una duración de 2 horas inicia a las 18:00 y finaliza a las 20:00.

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.

### *Resultados*

Se tiene un total de 65 individuos identificados distribuidos en 11 familias y 15 especies. Se registraron 42 reptiles y 23 anfibios, en el caso de los reptiles las especies más comunes fueron la lagartija *Norops cupreus* con 11 avistamientos, seguida por las lagartijas *N. oxylophus* y *Holcosus undulatus* con ocho registros respectivamente (Figura 35).



Figura 35. Registro de lagartija (*N. oxylophus*). Octubre, 2019. CGLP

Durante el periodo se registraron individuos en todos los sitios de monitoreo, siendo el transecto El Yugo el sitio con mayores avistamientos donde se reporta un total de 33, seguido por el transecto Los Monos con 16 avistamientos (Figura 36). El transecto de la Q. Yugo es paralelo a la quebrada El Yugo (como su nombre lo indica) que es un cuerpo de agua con vegetación en ambos márgenes y rocas expuestas. Este resultado es un dato importante en cuanto a la conservación de estos ecosistemas y su importancia para la herpetofauna.

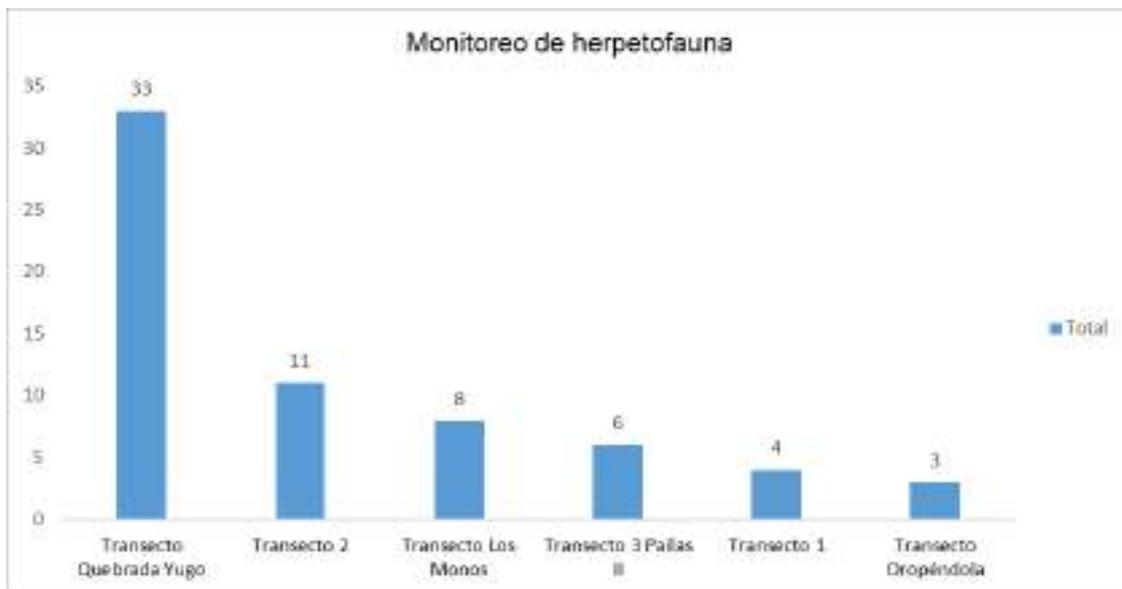


Figura 36. Cantidad de individuos registrados en los transectos de monitoreo. CGLP

## 28.7. Plan de Reforestación

Relacionado a Plan de restauración que fue ejecutado y finalizado durante la etapa constructiva del Proyecto.

## 29. Medida U2P#29. Alteración del hábitat de la fauna silvestre por eliminación de la cobertura vegetal.

### 29.1. Monitoreo trimestral de aves y mamíferos.

#### 29.1.1. 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 de aves es la de Puntos de conteo a lo largo de transectos de 900 m de longitud, los puntos de conteo abarcan una superficie de 25 m de radio y separados 150 m uno de otro, en cada uno se deben registrar todas las especies de aves que se visualicen y/o escuchen en un lapso de 10 minutos.

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 Canon SX60, 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.

#### *Resultados*

En el monitoreo efectuado en enero se identificaron un total de 217 individuos distribuidos en 62 especies de 30 familias.

En la siguiente figura se observa la cantidad de aves que se identificaron en cada sitio de monitoreo. El Transecto 3 fue el sitio donde se observó la mayor cantidad de especies con un total de 50 registros. Es importante mencionar que este transecto está localizado muy cerca del PN Rincón de la Vieja, por lo tanto, el aporte de información de carácter biológica es sumamente valioso para este sitio.

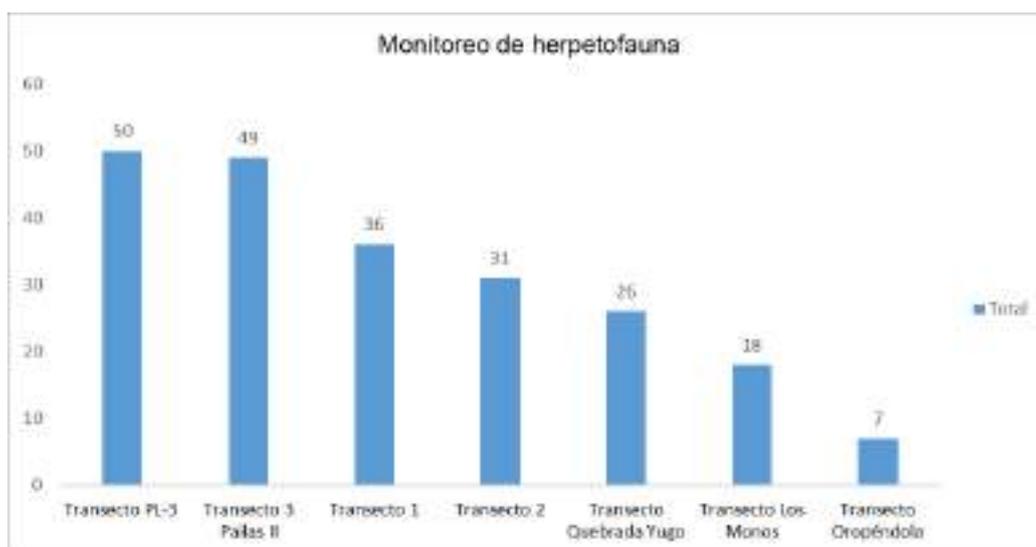


Figura 37. Cantidad de aves identificadas mediante puntos de conteo. CGLP

La especie con mayor avistamiento es la urraca (*Calocitta formosa*) con 23 registros, seguida por la reinita (*Basileuterus rufifrons*) con 16 registros. (Figura 38).

En cuanto al estado de conservación de las especies de aves identificadas, especies de la familia Trochilidae (donde se incluyen los colibríes) se encuentran dentro del Apéndice II de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestre). Por otra parte, el Pavón (*Crax rubra*) se encuentra en el apéndice III CITES y a la vez globalmente está catalogada por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) como especie Vulnerable (V) (Figura 39).



Figura 38. Registro de Urraca (*C. formosa*), enero 2020. CGLP



Figura 39. Registro de Pavón macho (*C. rubra*), especie Vulnerable (UICN). CGLP

## 29.1.2. Mamíferos

### *Monitoreo de mamíferos terrestres mediante transectos*

La técnica de transectos y recorridos permite reconocer indicios de fauna, además es posible la observación directa de algún individuo y estimar la riqueza específica y la abundancia relativa.

Consiste en hacer recorridos diurnos y nocturnos para la búsqueda 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.

### *Monitoreo de mamíferos terrestres mediante 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 colocan dos cámaras trampa marca Bushnell Trophy Cam de visión nocturna en cada transecto, cada una con tarjeta de memoria 32GB con adaptador flash y ocho pares de baterías alcalinas, estas se instalan en sitios donde se encuentren rastros de mamíferos (Figura 40).



Figura 40. Colocación de cámaras trampa para monitoreo de mamíferos terrestres.  
Octubre, 2019. CGLP

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

Para la seguridad del equipo se construyó una caja de protección para cada cámara, cada caja dispone de un candado Masterlock. Las cámaras se colocaron en árboles a una altura de 30 cm del suelo, sin embargo, la altura de instalación puede variar dependiendo del objetivo a capturar (Figura 41).



Figura 41. Cámaras trampa utilizadas para el monitoreo de mamíferos.

Con el método de fototrampeo se identificaron un total de 15 especies tanto de talla grande como medianas, ya antes registradas, por ejemplo, tepezcuintle (*Cuniculus paca*), puma (*Puma concolor*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), danta (*Tapirus bairdii*) (Figura 42) entre otros.



Figura 42. Registro de danta (*T. bairdii*) en monitoreo de mamíferos mediante cámaras trampa, febrero 2020. CGLP

Algunas de las especies identificadas en el periodo se encuentran en alguna categoría de conservación tanto nacional como internacionalmente. Tal es el caso de los felinos cuyo estado de conservación en nuestro país es preocupante y requieren atención en cuanto a la presencia en el Proyecto. En este periodo se registran dos especies de felinos, Puma (*Puma concolor*) y manigordo (*Leopardus pardalis*). De esta manera, las distintas especies medianas de mamíferos que se han identificado también por medio de cámaras trampa permiten determinar que el área de proyecto dispone de hábitats o recursos que son utilizados por estas especies de felinos, los cuales representan una importante función en el ecosistema y en la cadena trófica.

El puma por ejemplo es un felino carnívoro que se alimenta de gran variedad de animales, siendo el venado cola blanca (*O. virginianus*) una de sus principales presas. Caza silenciosamente otras especies como zorro pelón (*Didelphis marsupialis*), mono congo (*Alouatta palliata*), mono colorado (*Ateles geoffroyi*), mono carablanca (*Cebus imitator*), puercoespín (*Sphiggurus mexicanus*), guatusa (*Dasyprocta punctata*), rata de monte (*Proechimys semispinosus*), etc. 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. 40548-MINAE y Globalmente está catalogada por la UICN como especie de preocupación menor (LC).

El manigordo es una especie de felino de tamaño mediano más pequeño que el puma y se alimenta 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.

#### *Encuentros visuales*

Por el método de encuentros visuales se registran 55 individuos, pertenecientes a 14 especies. Para este periodo se registraron tres especies de primates, el mono araña (*Ateles geoffroyi*), el mono cara blanca (*Cebus imitator*) y el mono congo (*Alouatta palliata*) (Figura 43), este último registra los mayores avistamientos (18 individuos).

En nuestro país el mono araña y el mono congo están considerados en peligro de extinción, protegido y regulado por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 40548-MINAE. Asimismo, está incluido 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.

En el caso del mono carablanca es una especie con poblaciones reducidas y amenazadas, 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. 40548-MINAE. Asimismo, está incluido en el Apéndice II del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).



Figura 43. Avistamientos de mamíferos durante monitoreo. CGLP

#### *Monitoreo de 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.

La captura de murciélagos se realiza mediante redes de niebla, las cuales se colocan de manera sistemática, paralelas a fuentes de agua, transversal a los accesos, en áreas abiertas o parches de bosque.

Las redes de niebla se colocan en los transectos de monitoreo, permanecen activas desde las 18:00 a las 20:00 horas, con una frecuencia de muestreo de una red por transecto. 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 identificaron 41 individuos pertenecientes a siete especies de dos familias. (Figura 44).



Figura 44. Cantidad de individuos capturados en monitoreo de murciélagos. CGLP

La especie más abundante corresponde al murciélago frutero *Artibeus jamaicensis* con 16 capturas. 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. En la siguiente figura (Figura 45) se muestra el trabajo efectuado durante la identificación taxonómica de los individuos capturados.



Figura 45. Captura de murciélagos. Febrero, 2020. CGLP

### Avistamientos

En los alrededores del CGLP es común el avistamiento de fauna en las áreas de influencia, estos registros son insumos importantes para la concientización de trabajadores en temas de velocidad de vehículos, medidas de seguridad ante encuentros con fauna y a la vez. Son registros que evidencian que la fauna circula en las zonas del Proyecto, muchos avistamientos se registran en zonas que anteriormente eran pastizales y están sometidas a procesos de restauración. En este periodo se reporta el avistamiento de una Danta (*T. bairdii*) cruzando uno de los caminos en el Área del Proyecto (Figura 46) y una bandada de siete gavilanes tijerilla (*Elanoides forficatus*), especie con poblaciones reducidas y amenazada y el primer registro de un pato (*Aythya affinis*).



Figura 46. Avistamiento de Danta y Pato Porrón menos. CGLP

### Monitoreo de flora

Se ha trabajado en el registro de especies florísticas en el CGLP (árboles, arbustos, hierbas, palmas, bejucos-lianas, epifitas, 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, durante el cual se realiza una identificación taxonómica de campo (ad líbitum), 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 581 especies florísticas, correspondientes a diferentes hábitos, principalmente árboles, hierbas, arbustos y bejucos-lianas (Figura 47).

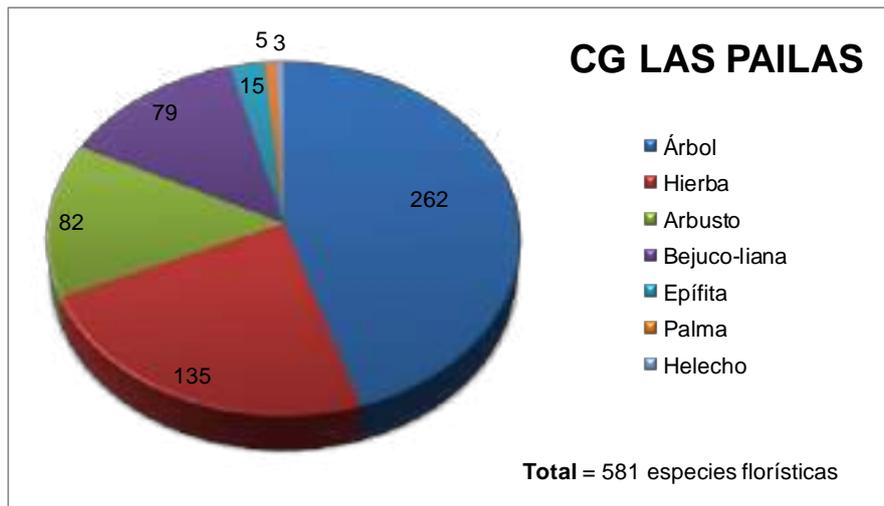


Figura 47. Cantidad de especies florísticas según tipo de hábito registradas. Mayo 2020.

### 30. Medida U2P#30. Cambios en la diversidad y abundancia de aves y mamíferos (reducción de nichos, mortalidad e incremento del ruido).

#### 30.1. Rutas de pasos de fauna en caminos

Con el objetivo de identificar zonas de paso de fauna terrestre se recolectó información mediante la búsqueda directa de los individuos, búsqueda intensiva de huellas entre otros indicios y mediante la instalación de cámaras trampa (Figura 48).

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*), tepezcuintle (*C. paca*) y puma (*P. concolor*).



Figura 48. Indicios de fauna encontrados para determinar rutas de paso de mamíferos terrestres. CGLP

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").

### 30.2. Pasos subterráneos para fauna

Se da por finalizada la construcción de dos pasos subterráneos para fauna (Figura 49). 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, reducir 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.

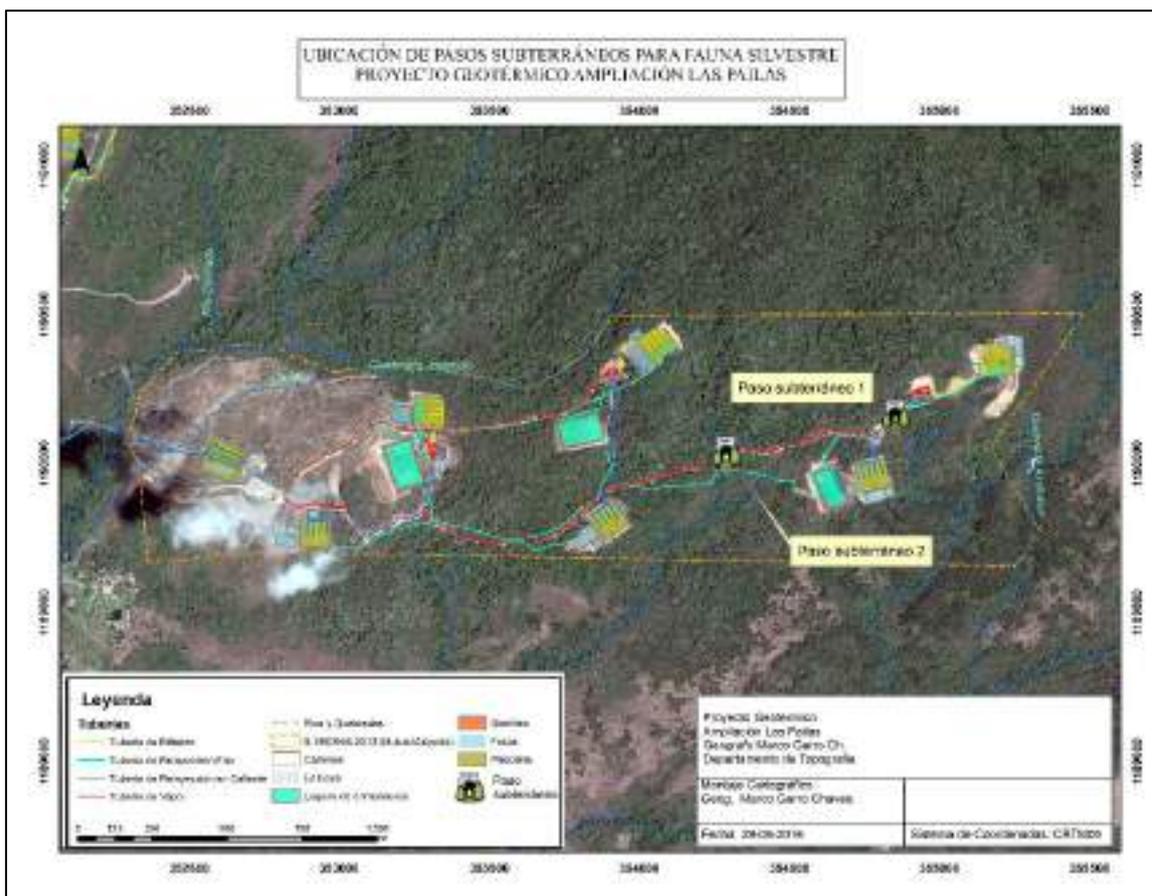


Figura 49. Ubicación de los pasos subterráneos dentro del Campo Geotérmico Las Pailas.

Actualmente se realiza el monitoreo de la efectividad de los pasos subterráneos 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 de forma permanente.

Se registran 12 especies haciendo uso de los pasos subterráneos entre los meses octubre 2019 y febrero 2020. En la Figura 50 y Figura 51 se observa un manigordo y un toluenco haciendo uso de las estructuras.



Figura 50. Evidencia de un manigordo (*L. pardalis*) utilizando paso subterráneo 1. Feb 2020



Figura 51. Evidencia de un Tolomuco (*Eira barbara*) utilizando paso subterráneo 2. Nov 2019

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 16 especies de mamíferos, dos especies de reptiles y cinco especies de aves.

### 30.3. Rutas de paso de fauna arborícola

Actualmente se realiza el monitoreo de la efectividad de 10 pasos aéreos mediante el uso de cámaras trampa y observación directa. A la fecha los resultados han sido satisfactorios, un total de seis especies han sido registradas (Figura 52).

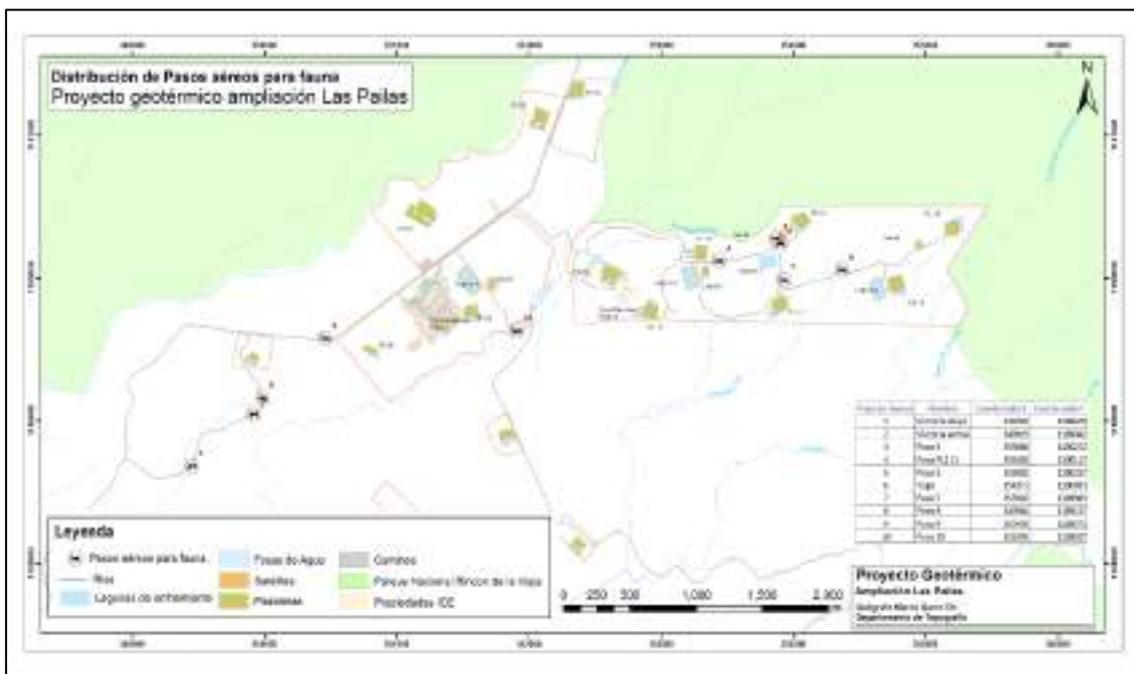


Figura 52. Ubicación de pasos aéreos para fauna dentro del CGLP

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.

Para el trimestre no se pudieron colocar cámaras trampa debido a que no se tenía disponibilidad de grúa, únicamente se realizaron recorridos diurnos. Durante el trimestre se observó una tropa de monos carablanca de aproximadamente seis individuos cerca a uno de los árboles que sostienen un paso aéreo. Durante la observación, ningún individuo utilizó la estructura.

### 30.4. Rotulación de prevención de fauna en vías de accesos

En los accesos del Campo Geotérmico se cuenta con rotulación de advertencia de fauna silvestre en la vía. Actualmente se brinda mantenimiento en las zonas verdes cuando es requerido (Figura 53).



Figura 53. Colocación de rótulos preventivos sobre la presencia de fauna en la vía

### 30.5. Fauna atropellada

Durante el periodo se registran siete animales atropellados, cinco de estos atropellos corresponden a serpientes (Figura 54).



Figura 54. Atropellos de serpientes.

### 31. Medida U2P#31. Modificación de hábitos alimenticios de algunos mamíferos y aves (por ruido y desechos ordinarios).

La alimentación del personal en su mayoría se brinda en comedores habilitados por la institución en el plantel denominado PLP-06, asimismo, se mantiene rotulación en el sitio sobre no alimentar fauna silvestre (Figura 55). Los grupos que por la naturaleza de su trabajo deben alimentarse en el campo, se les hace llegar directamente la alimentación y deben devolver los residuos en las mismas tazas donde se envían para posteriormente dar la gestión adecuada y evitar el acceso a esta por parte de la fauna silvestre.



Figura 55. Comedores institucionales

### **32. Medida U2P#32. Mortalidad de aves y mamíferos por electrocución.**

#### **32.1. Monitoreo de la eventual afectación de la Línea de Transmisión (LT) a la migración de aves**

Actualmente se realizan recorridos para determinar el impacto de la Línea de transmisión en la fauna. El recorrido se realiza de día para facilitar el registro de fauna electrocutada o colisionada. A la fecha no se tienen datos de mortalidad.



Figura 56. Recorridos en ruta de la Línea de Transmisión, febrero 2020.

### 32.2. Instalación de dispersores para aves

La Línea de Transmisión cuenta con dispersores de aves para mitigar la colisión de aves, especialmente de especies migratorias (Figura 57).



Figura 57. Dispersores para aves instalados en LT, CGLP.

### 33. Medida U2P#33. Afectación de los ciclos biológicos de insectos y otras especies de la fauna silvestre. (Contaminación lumínica).

En las plazoletas y Plantas se utilizan luminarias con luz amarilla para disminuir la afectación a la fauna por contaminación lumínica. Los dispositivos de alumbrado están dirigidos hacia el suelo (Figura 58)





Figura 58. Iluminación plazoletas, caminos y Planta Geotérmica Las Pailas

#### **34. Medida U2P#34. Alteración de sitios arqueológicos.**

Durante el presente periodo de informe, inició la construcción del sitio de obra Colector bifásico de los pozos PGP-13 y PGP-16. Se implementó una prospección arqueológica para determinar la presencia o ausencia de evidencia precolombina en los puntos donde posteriormente se realizó el desmonte y limpieza, y donde posteriormente se realizarán movimientos de tierra y excavación de los diferentes tipos de soportes: placas de cimentación, pedestales de concreto y apoyo metálico de los apoyos (soportes, guías y anclajes).

Se encontró que gran parte del terreno cercano a la tubería existente fue impactado durante su construcción, desde su inicio en el pozo 3, observándose hacia el sector Norte cortes del terreno de aproximadamente 3 m de altura que formaron parte de la nivelación y conformación de la plazoleta. Luego existe un área de unos 5 m aproximadamente a ambos lados de la tubería que se encuentra libre de vegetación y por lo general carente del primer estrato de suelo color café oscuro (Figura 60). Otro dato relevante, esta vez en la franja a prospectar, lo constituye el relleno de algunos sectores con materiales extraídos probablemente del sector de la plazoleta y compactados, donde sobresalen promontorios con rocas de gran tamaño en una matriz de suelo de color rojizo.

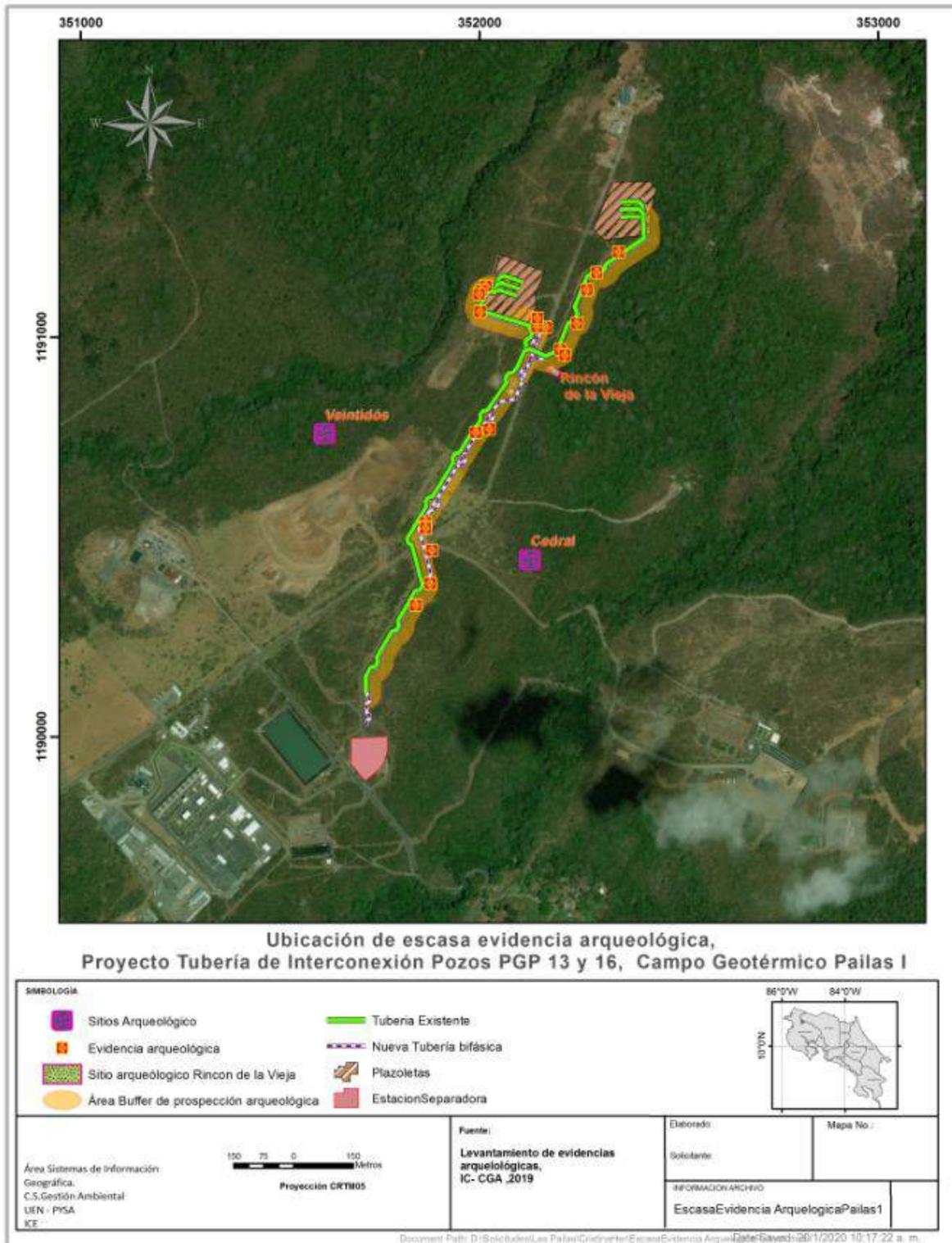


Figura 59. Escasa evidencia arqueológica registrada durante la prospección en el Proyecto Tubería de Interconexión Pozos PGP-13y PGP-16.

El terreno cercano a la plazoleta 8, también fue impactado por el camino de acceso al lugar y la existencia de una escombrera durante la etapa de construcción, ahí se puede observar densidad de materiales de relleno de varios metros de espesor. Todas estas áreas fueron excluidas de la prospección.



Figura 60. Tubería actual, obsérvese al lado izquierdo una franja con poca vegetación y en su límite, parte del bosque en regeneración que fue prospectado.

Los pozos de cateos que presentaron evidencia arqueológica en el segmento prospectado fueron muy pocos y por lo general su ubicación coincide con los sitios arqueológicos registrados en el área (Rincón de la Vieja, Veintidós y Cedral). El sitio más cercano es Rincón de la Vieja y es de carácter funerario, construido con cantos y lajas (posibles tapas de tumbas). Debido a que este se encuentra en un parche de bosque fue más propenso al saqueo, actualmente es protegido por el ICE mediante un cerramiento con postes de concreto y alambre de púas (Figura 61).



Figura 61. Sitio arqueológico Rincón de la vieja, protegido por el ICE con postes de concreto y alambre de púas.

La estratigrafía del lugar varía en espesor, la primera capa de suelo de color café oscuro va de unos 20 a 30 cm, donde se reportó el material cerámico, seguida de un estrato de tierra color rojizo. En algunos cortes de camino, esta última capa profundiza 1 m o más, con presencia de bloques de roca de diferentes tamaños. Por las características que presentan los restos hallados, fueron asociados al periodo Bagaces (300 800 años después de Cristo) para la Región Arqueológica Gran Nicoya (

Figura 62 y Figura 63).



Figura 62. En este perfil expuesto se puede notar la estratigrafía presente en el área, en primer lugar, el estrato de tierra café oscuro donde se halló la evidencia arqueológica.

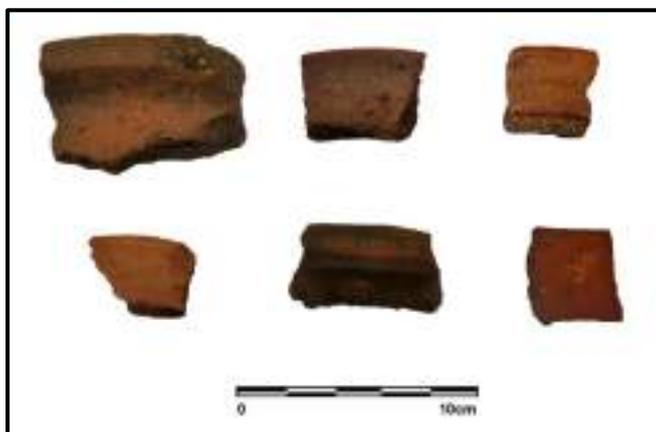


Figura 63. Escasos fragmentos de cerámica precolombina hallados en algunos de los pozos de cateo, asociados al periodo Bagaces.

En el área próxima al satélite se observó un impacto mayor en el tramo prospectado, con presencia de rocas de gran tamaño que fueron retiradas de la línea centro de la tubería y colocadas en ese sector, esto lo confirma la existencia de tierra color rojiza en superficie y profundiza unos 20 o 30 cm, luego se encuentra el estrato de suelo café oscuro (Figura 64).



Figura 64. Estratigrafía invertida, se puede apreciar la capa de suelo rojizo a nivel superficial producto de relleno, seguida del estrato de tierra café oscura original.

En todo el segmento investigado se revisaron las rocas, pero no se detectó ningún petroglifo. Como se mencionó en el párrafo anterior muchas de ellas han sido removidas, por lo tanto, no se descarta la presencia de grabados en aquellos planos que no pueden observarse (Figura 65).



Figura 65. Eliminación de vegetación de las rocas existentes en el sector prospectado, en busca de posibles petroglifos.

Por otra parte, el sitio de obra Oficinas del Centro de Servicio Recursos Geotérmicos fue evaluado en el año 2014 por la Arqueóloga María Gabriela Zeledón Angulo, a partir de la cual se presentó el informe “Diagnostico Arqueológico en el Área donde se construirá la urbanización del Centro de Servicios Recursos Geotérmicos”.

Cabe destacar que durante el presente periodo de informe se realizaron trabajos de movimientos de tierra en los sitios de obra Colector bifásico y Oficinas del CSRG. Durante estos trabajos se implementó acompañamiento y no se registró ninguna estructura arqueológica de importancia según lo establece la Ley de Patrimonio Nacional Arqueológico N° 6703 (Figura 66).



Figura 66. Trabajos de movimiento de tierra en los sitios de obra Colector bifásico de los pozos PGP-13 y PGP-16, así como en el sitio de obra Oficinas del CSRG

**35. Medida U2P#35. Cambio de la naturaleza del paisaje debido a los sitios de escombreras.**

Todos los escombros producto del proceso constructivo de los sitios reportados en el periodo de informe son depositados en la escombrera activa presente en el CGLP, donde se ha depositado los escombros orgánicos por separado de la tierra y piedras. En este sitio, los escombros son dispuestos y compactados acorde al proceso de conformación de la escombrera (Figura 67).



Figura 67. Escombros llevados a escombrera dentro del CGLP

**36. Medida U2P#36. Aumento en la demanda de los servicios básicos. (Agua potable para consumo humano).**

Medida completada en informe de cierre de la etapa constructiva.

**37. Medida U2P#37. Aumento en el número de accidentes relacionados con el trabajo. (Seguridad Ocupacional).**

El CSRG cumple con la normas técnicas y procedimientos institucionales en materia de seguridad y salud en el trabajo, además, establece divulgación y capacitación del programa a sus trabajadores. Para este periodo se capacitaron 243 colaboradores en 60,45 h (Cuadro 11 y Figura 68).

Cuadro 11. Capacitaciones trimestrales de SST al personal CSRG

Área	Tema	Día	Tiempo (horas)	Participantes
Perforadora Cuadrilla # 3	National, Riesgos mecánicos	25/01/2020	1.3	9
Mantenimiento de Obra Civil	Higiene postural y Levantamiento de cargas	27/01/2020	1.3	5
Ingeniería de Yacimientos (MTH)	Reunión de 5 minutos metodología	05/02/2020	1.3	2
Perforadora Cuadrilla # 4	National, Riesgos mecánicos	08/02/2020	1.3	10
Mantenimiento mecánico de Válvulas	Higiene postural y Levantamiento de cargas	24/02/2020	1.3	8
Perforadora National	Uso y mantenimiento de ARAC's marca Dräger	28/02/2020	2	8
Perforadora Cuadrilla # 3	National, Seguridad Vial	07/03/2020	1	6
Cementación	Uso y mantenimiento de PAPER marca Bullard	10/03/2020	1.3	6
Operación de Campo, Mediciones, Mantenimiento Mecánico y Obra Civil	Uso de anemómetro y protocolo de vientos	11/09/2019	1	8
Taller de cementación	Uso de monitor de atmósfera	20/09/2019	2.5	2
Instrumentación, Mantenimiento de Perforación	de Bloqueo y Etiquetado	23/09/2019	1.1	6
Instrumentación, Mantenimiento de Perforación	de Bloqueo y Etiquetado	24/09/2019	1.15	6
Perforadora National	Uso y cuidados de ARAC (Sistema Respiratorio Autocontenido)	03/10/2019	2	3

Área	Tema	Día	Tiempo (horas)	Participantes
Perforadora National	Uso y cuidados de ARAC (Sistema Respiratorio Autocontenido)	22/10/2019	2	13
Perforadora National	Uso y cuidados de ARAC (Sistema Respiratorio Autocontenido)	22/10/2019	1	9
Seguridad y Salud en el Trabajo	Actualización de la norma de guantes de la EN 388, ANSI 105 y ANSI 138.	29/10/2019	7	5
Mantenimiento de perforación, Transporte y Mantenimiento Mecánico	Levantamiento de cargas e izajes	05/11/2019	3	19
Mantenimiento de perforación, Transporte y Mantenimiento Mecánico	Levantamiento de cargas e izajes	05/11/2019	3	22
Seguridad y Salud en el Trabajo	Fondo de trabajo : Uso de tarjetas del ICE	06/11/2019	1	5
Seguridad y Salud en el Trabajo	Fondo de trabajo :Factura electrónica	06/11/2019	1	5
Obra Civil, Instrumentación, Perforadora Kpem, Cementación, Perforadora National	Curso Persona Autorizada en Trabajos en Alturas.	19/11/2019	8	20
Geoquímica	Protección contra caídas trabajos en altura	20/11/2019	1.1	11
Obra Civil Personal de Miravalles	Normas de seguridad de herramientas	20/11/2019	2	15
Obra Civil, Instrumentación, Perforadora Kpem, Cementación, Perforadora National	Curso Persona Autorizada en Trabajos en Alturas.	20/11/2019	8	17
Transportes	Traslado como escolta	22/11/2019	1	4
Transportes	Traslado como escolta	25/11/2019	1.5	5
Perforadora National	Refrescamiento de Trabajos en altura	14/12/2019	2.3	14



Figura 68. Capacitaciones en SST

En los almacenes se cuenta las fichas de datos de seguridad de sustancias químicas peligrosas, de tal manera que estén disponibles para los colaboradores en caso de emergencia (Figura 69).

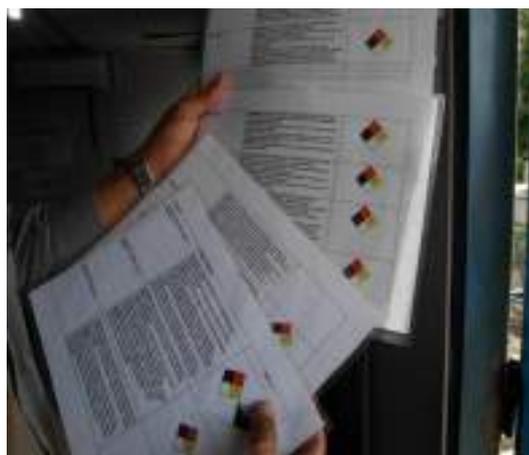


Figura 69. FDS de sustancias químicas peligrosas

Se asigna el debido equipo de protección personal a los colaboradores, de acuerdo, a los riesgos potenciales que estén expuestos, asimismo, se brinda la debida orientación sobre su uso correcto (Figura 70/Figura 71).



Figura 70. Capacitación sobre el uso de EEP

En las áreas de trabajo se cuenta con extintores portátiles y equipos médicos para primeros auxilios en el sitio, para atender cualquier emergencia médica que pueda presentarse (Figura 71).



Figura 71. Equipos para atender emergencias

El Equipo de Respuesta Inmediata (ERI), es el responsable en atender incendios forestales y primeros auxilios que se requieran ante emergencias médicas del personal destacado en Pailas. En la Figura 72 se detallan algunas actividades realizadas durante este periodo.



Figura 72. ERI-CSR

**38. Medida U2P#38. Alteración de la cotidianidad de las comunidades**

Medida completada en informe de cierre de la etapa constructiva.

**39. Medida U2P#39. Generación de expectativas en cuanto a los beneficios del proyecto en las comunidades de influencia social.**

Medida completada según informe de cierre de la etapa constructiva.

**40. Medida U2P#40. Generación de riesgo de accidentes de tránsito en las rutas de traslado de maquinaria y personal.**

Medida completada en informe de cierre de la etapa constructiva.

**41. Medida U2P#41. Generación de riesgo de accidentes a los turistas que se trasladan por el área de proyecto (AP).**

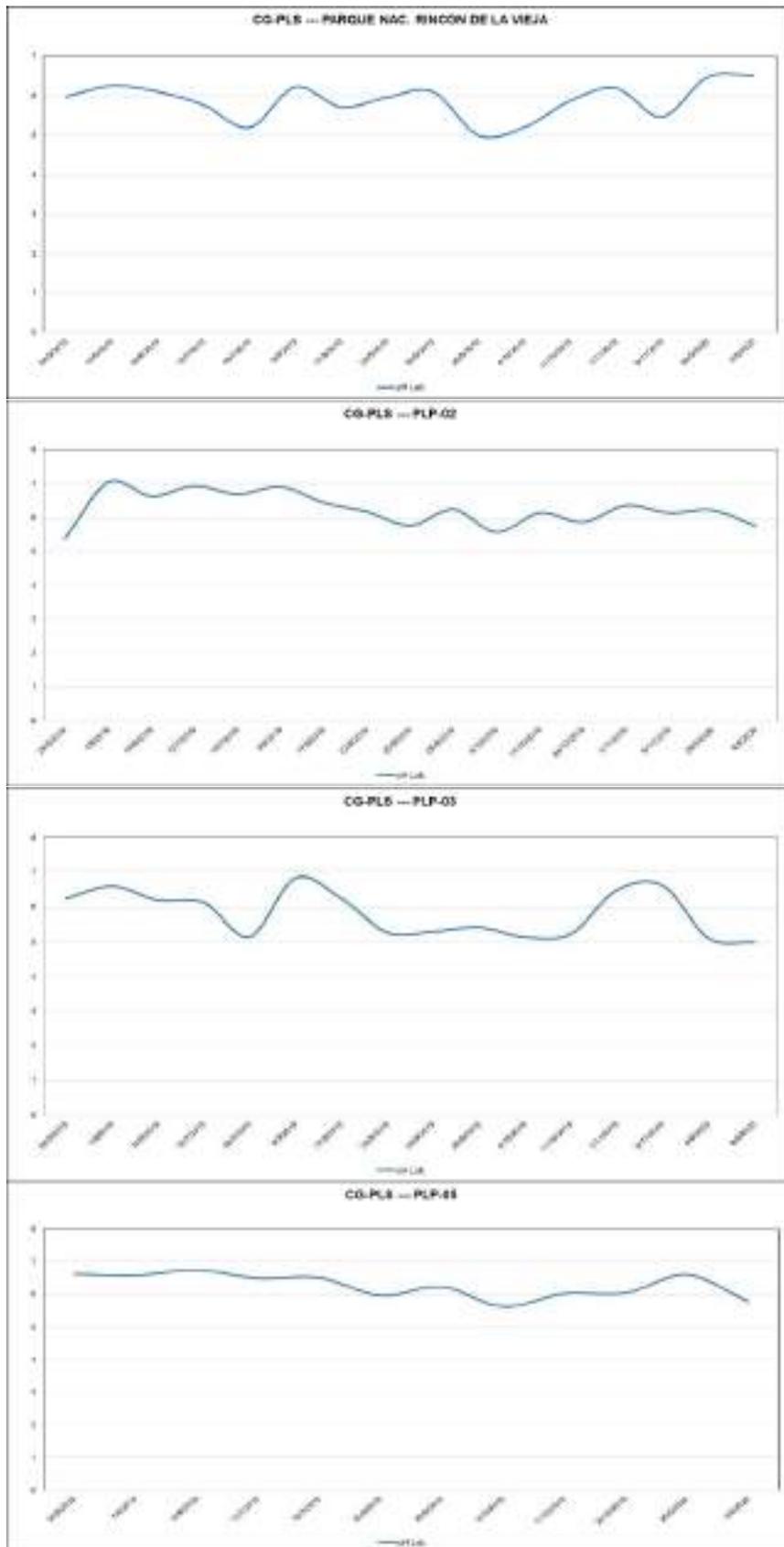
La medida U2P#9 expone sobre las restricciones vehiculares de los funcionarios al transitar cerca del área de la Planta. De igual forma el canal de comunicación disponible para quejas y solicitudes por tránsito vehicular.

**42. Medida U2P#42. El cambio en la naturaleza del paisaje debido a la inserción de obras lineales.**

Medida completada en informe de cierre de la etapa constructiva.

**43. Medida U2P#43. Emisiones de gases no condensables: lluvia ácida.**

Se mantiene implementado un programa de monitoreo periódico de la evolución del pH de las lluvias el cual abarca zonas pobladas y áreas de proyecto. En la Figura 73 se detallan los valores de pH medidos en las aguas de lluvia para este periodo.



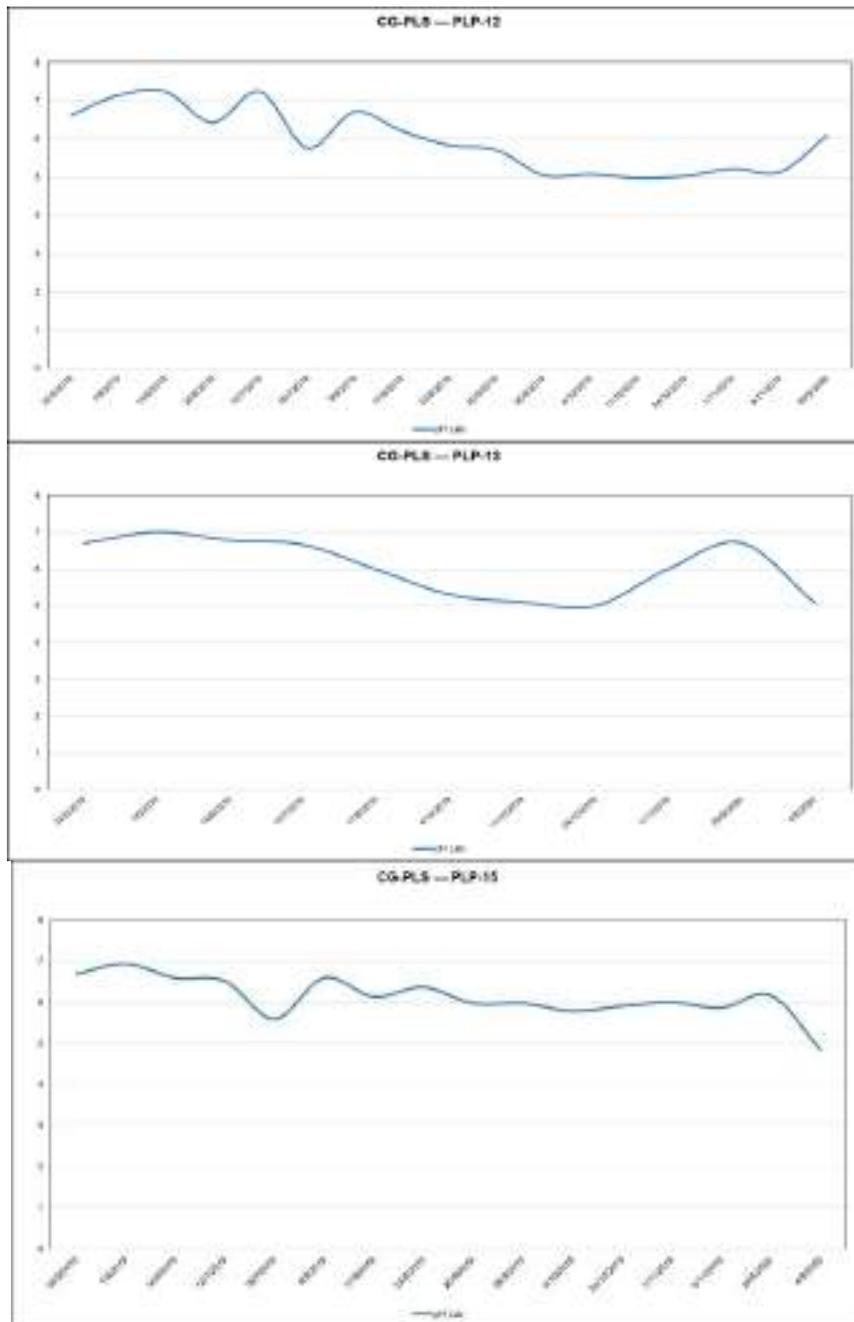


Figura 73. Registros del pH en lluvias en AP y AID

Se considera lluvia ácida los valores que se obtengan niveles de potencial de hidrogeno (pH) menor a 5,6. Los análisis realizados en el CGLP, muestran algunos valores de lluvia ácida a través del tiempo, producto de la actividad volcánica en la zona.

Las lluvias ácidas de origen volcánico se producen a través de la formación de contaminantes producto de la oxidación de óxidos nitrosos (NOx) o dióxido de azufre (SO2), 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.

#### 44. Medida U2P#44. Emisiones de gases: H2S.

La Planta posee un programa de monitoreo de gases peligrosos, entre ellos H2S. En este periodo de seguimiento se realizaron monitoreos de H2S dentro de la Planta en puntos donde ocasionalmente se detecta (Figura 74).

De acuerdo al gráfico, en el Sistema de Neutralización y Tuberías de vapor y salmuera; son los únicos dos sitios que se reportan valores de H2S, con variaciones pequeñas entre los monitoreos. Cabe mencionar que ninguno de estos sitios está en una zona confinada.

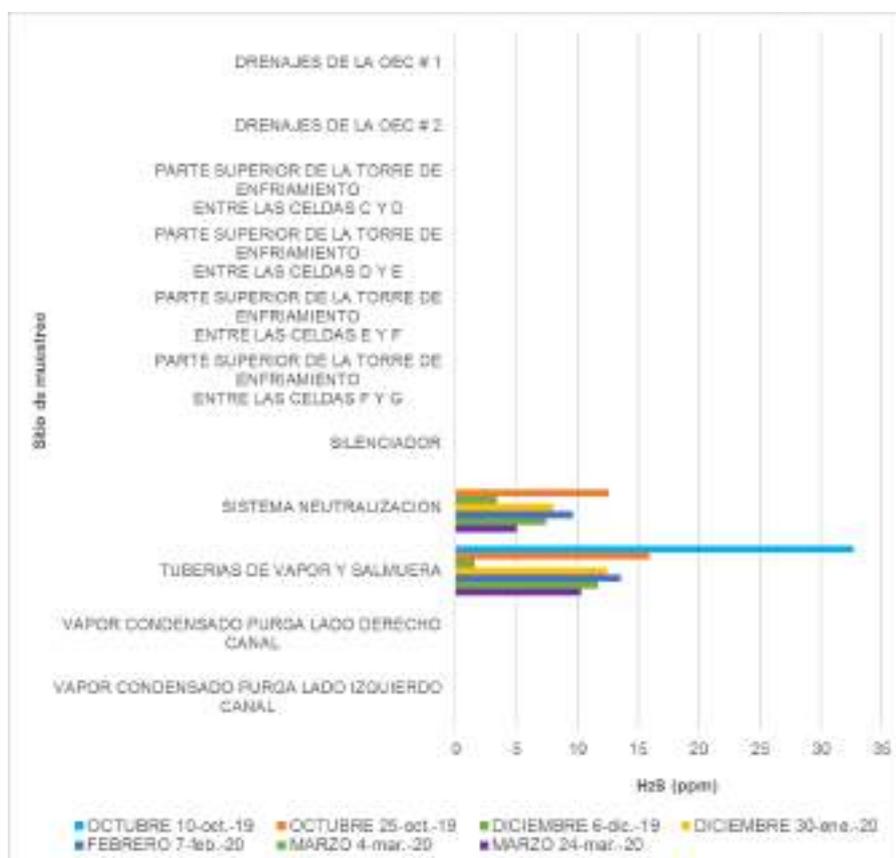


Figura 74. Resultados promedio de las mediciones de H2S. Fuente: Área Química

Respecto a las mediciones de pentano, se ubican detectores de fugas fijos localizados en las bombas y tanques de pentano, y ambas turbinas. Además, se realizan inspecciones mediante equipo portátil.

#### 45. Medida U2P#45. Ruido y las vibraciones generadas, por la operación de la planta

En las plantas, en promedio se registran datos superiores a 90 dB dentro de las casas de máquinas y bomba de pentano para el caso de la Unidad I, y debajo de los eyectores en la Unidad II (Figura 75, Figura 76). Las unidades se encuentran confinadas en edificaciones especiales que aíslan el ruido, por lo que las puertas de ingreso principal deben estar cerradas cuando los sistemas estén operando



Figura 75 Resultados de los monitoreos de ruido en operación de la Unidad I. Fuente: Área Química

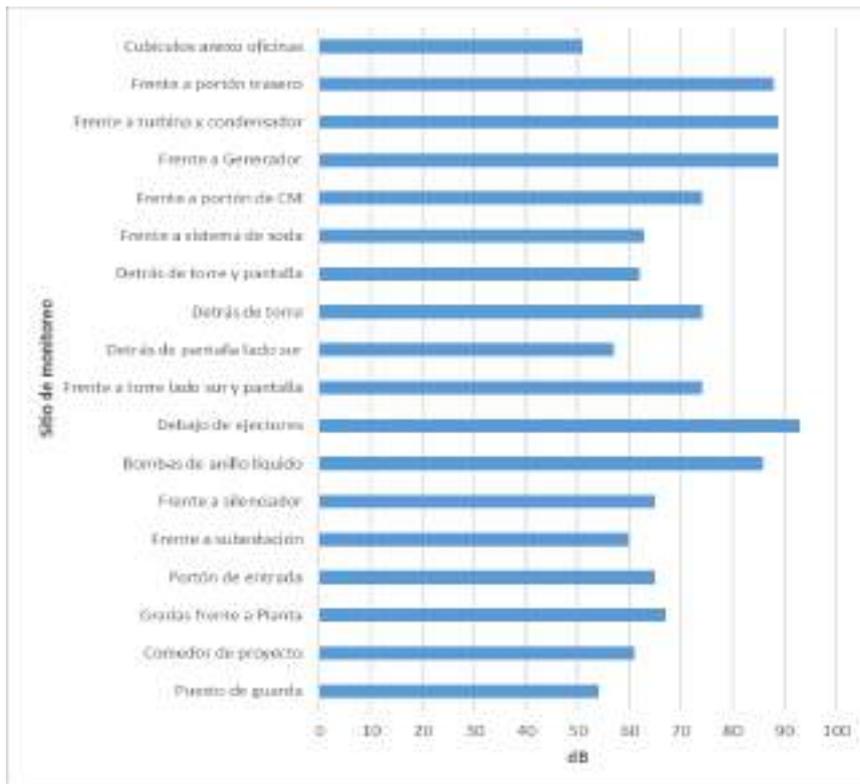


Figura 76. Resultados promedio de los monitoreos de ruido en operación de la Unidad II.  
Fuente: Área Química

Como se observa en la Figura 76, la pantalla sónica instalada en la unidad II funciona correctamente, aislando el ruido hacia el PNRV y Hotel Rincón de la Vieja Lodge, ya que al frente de la torre de enfriamiento -frente a la pantalla- se obtuvieron valores promedio de 73 dB, mientras que inmediatamente detrás de la pantalla, el registro fue de 55 dB, 18 dB menos a una corta distancia.



Figura 77 Pantalla sónica en Unidad II de Planta Pailas

La Planta maneja un Protocolo de Seguridad ocupacional en el cual se instruye al personal al uso de equipos de protección como aisladores de ruido para usarlos en sitios específicos de la Planta, principalmente en las bombas de pentano y turbinas.

De igual forma en Planta 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.

#### **46. Medida U2P#46. Alteración a la fauna silvestre**

Se mantiene un programa de vigilancia de la incursión de la fauna silvestre en las áreas de proceso, principalmente considerando los reportes que realiza el personal de campo. Actualmente, se está analizando toda la información obtenida en la etapa constructiva para definir los alcances que se adoptarían para el programa de vigilancia para la etapa operativa y se espera estar informando próximamente los resultados.

En la medida U2P#25 se indica el manejo de fauna silvestre, y en las medidas 16, 28-33 acciones referentes a la gestión de fauna afectada por la presencia de personal.

### **III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

De acuerdo al seguimiento ambiental realizado de octubre del 2019 a junio del 2020, la Planta se encuentra operando con normalidad, cumpliendo con la gestión ambiental.

La situación generada por la pandemia mundial del COVID-19 provocó cambiar los métodos de verificación del cumplimiento de los compromisos ambientales, sin embargo, con la colaboración del coordinador de Planta y personal de mantenimiento, se logra una comunicación y verificación de aspectos de interés de la Regencia Ambiental.

La situación por restricciones de aislamiento social, han reducido considerablemente algunas de las labores de gestión socioambiental, como educación ambiental en centros educativos, capacitaciones presenciales, así como monitoreos en Planta.

Como conclusiones específicas a destacar, se indican las siguientes:

- Actualmente la Planta se encuentra en labores de mantenimiento, por lo que se indicarán los resultados en el siguiente informe de regencia. De igual forma, se trabaja en la actualización del Plan de Gestión Ambiental para aplicar en la etapa operativa.
- El sistema de tratamiento de aguas residuales funciona, sin embargo, sobrepasa su capacidad por la reducción del caudal entrante. En el Tanque de Neutralización de aguas residuales de Pailas II no hay ningún hallazgo y funciona correctamente.

- Las Plantas Potabilizadoras y las Osmosis Inversas funcionan correctamente, al comparar los resultados entre sitios como la captación, la llave antes de la Planta Potabilizadora, el Tanque de Agua Potable, las Osmosis y algunos sitios de red. El agua es potable y se puede consumir sin ningún inconveniente.
- Los trabajos de conexión PGP-13, PGP-16 y el Colector bifásico a ES-01, y las oficinas del Centro de Servicios Geotérmicos avanzan sin inconvenientes ambientales. El material producto de los movimientos de tierra es depositado en la escombrera 1, aún habilitada, con espacio disponible y manejo correcto.
- Según indica el equipo de arqueología, la prospección realizada en el área del proyecto de interconexión de los pozos PGP-13 y PGP-16, se realizó en un área afectada por la construcción de la tubería actual y obras conexas, a pesar de esto aún existe una franja de bosque secundario donde no ha sido alterada la estratigrafía del lugar y es precisamente en ese sector donde se reportó escasa evidencia precolombina. Otro dato a tomar en cuenta es que la tubería se encuentra alejada de las fuentes de agua y los sitios se ubican por lo general muy cerca de ellas, en este caso los ríos Blanco y Colorado.
- La pantalla sónica funciona de manera eficiente, ya que reduce considerablemente el efecto del ruido comparando la parte interna y externa de la pantalla.
- Se corrobora la efectividad de los pasos de fauna mediante fotografías de cámaras trampa. Se continuará con los monitoreos biológicos cada tres meses correspondiendo a la sensibilidad de la zona por cercanía al Parque Nacional Rincón de la Vieja. Esto permite corregir y mejorar la gestión ambiental y evitar afectaciones graves a la fauna.
- Se mantiene la comunicación directa con hoteles, comercios, asociaciones de desarrollo y comunales, en el sentido de corregir quejas o atender solicitudes de manera confiable y rápida.

Insistir en informar al Responsable Ambiental de las actividades que se van a ejecutar en la planta y campo geotérmico, con el fin de establecer las medidas ambientales pertinentes y tramitar los permisos si se requiere. Además de atender de forma prioritaria, los pendientes y mejoras anotadas en bitácora, y comunicadas mediante correo electrónico.

Entre las recomendaciones para mejorar en el segundo semestre del 2020 se mencionan las siguientes:

- Analizar la sustitución de la PTAR por un tanque séptico mejorado para el tratamiento de aguas residuales en Planta, por la reducción de la densidad de colaboradores.

- Se recomienda de manera preventiva, que en caso de encontrar evidencia arqueológica en estratos profundos o petroglifos se deberá detener la maquinaria, luego acordonar el lugar y no permitir que se extraiga ningún objeto del sitio e informar al Centro de Servicio Gestión Ambiental de inmediato. Paralelamente, este último avisara a las autoridades correspondientes tal como lo establece la legislación nacional (Ley de Patrimonio Nacional Arqueológico N° 6703, art. 13).

Para el caso de la tubería superficial (trasiego de agua de trabajo) que se encuentra dentro del sitio precolombino denominado Rincón de la Vieja, se recomienda que sea retirada del área delimitada con postes de concreto, de manera preventiva, para evitar el ingreso a los rasgos funerarios expuestos por la acción del huaquerismo.

- Retomar la periodicidad de los monitoreos en Planta, adecuando personal y horarios.
- Ajustar de manera preventiva los procedimientos operativos y de mantenimiento ante las medidas solicitadas por el Ministerio de Salud y el Negocio Generación, por contingencia ante la pandemia mundial del Covid-19.

#### **IV. Anexo 1**

**Anexo I. Cuadro Pronóstico Plan de Gestión Ambiental - Proyecto Geotérmico Las Pailas**

Número de medida	Actividad- acción – Matriz CE (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
<b>MEDIDAS JICA 2013 – ICE AJUSTE PGA 2012 - FASE CONSTRUCCIÓN – MANEJO CAMPO GEOTÉRMICO – CENTRO DE GENERACIÓN (PLANTA)</b>											
Perforación -01 U2P#1	PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS (11), (12), (13)	Educación Ambiental	Formación y conciencia ambiental	Ley orgánica del Ambiente (Art. 12, 13, 59)	1) El personal de la perforadora 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).	Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Mejorar la conciencia ambiental de los colaboradores de perforación.	Costos incorporados en el presupuesto de construcción y manejo del campo geotérmico	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC (Ingeniería y Construcción) Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos (CSRG) Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  -Número de colaboradores capacitados / número total de trabajadores de perforación (o brigadas según corresponda) > = 0,75  -Informe trimestral.  Ejecutor: CSRG	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos profundos
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	1) Los residuos generados deben ser separados de acuerdo a lo indicado en el procedimiento CSRG-GE-GA-DSGA. 2) Los derrames deben ser recuperado utilizando papel absorbente, y la tierra o material contaminado que sea recuperado deberá ser colocada en recipientes y ser enviada a gestión ambiental para su adecuado tratamiento. 3) No se permitirá el uso de vehículos, maquinaria o equipos que presenten fugas de combustibles o lubricantes.		Garantizar el tratamiento adecuado de los residuos generados en las actividades de perforación de pozos geotérmicos.		Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  - Inspecciones semanales de los sitios de perforación.  - Informes trimestrales de las cantidades de residuos recuperados en el centro de transferencia del CSRG.  Ejecutor: CSRG		
Perforación -03 U2P #3		Paisaje	Alteración del paisaje	Ley orgánica del Ambiente (59, 60, 71, 72)	1) Los sitios de perforación deben permanecer ordenados de manera que reduzcan riesgos de accidentes o derrames. 2) Los residuos deben mantenerse en sitios destinados específicamente para éstos, 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, gestión ambiental debe solicitar la colocación de barreras verdes para reducir la visibilidad de las instalaciones.		Reducir el impacto visual generado durante la perforación de pozos geotérmicos.		Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  - Inspecciones semanales de los sitios de perforación, registros fotográficos de las inspecciones. Bitácora del seguimiento.  Informe trimestral  Ejecutor: CSRG		

Número de medida	Actividad- acción – Matriz CE (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (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 que circulen por las carreteras 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 permitirá el uso de maquinaria, equipo o vehículos que presenten fugas de aceites, combustibles, ruptura en los sistemas de escape, ni desperfectos en los sistemas catalizadores.	Director del CS Recursos Geotérmicos – (Equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Reducir las emisiones de gases contaminantes producto de la combustión de hidrocarburos.	Costos incorporados en el presupuesto de construcción y manejo del campo geotérmico	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  - 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			Contaminación del aire por la emisión de gases no condensables durante las pruebas en pozos, casa de máquinas y la operación del campo.	DE-30221-S - Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5) - Ley orgánica del Ambiente (Art. 49, 59, 60, 62)	1) 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.		Garantizar el cumplimiento de los límites establecidos para las emisiones de gases no condensables producto de la generación geotérmica.		Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  - Concentración 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)	Se debe implementar un programa de monitoreo periódico de la evolución del pH de las lluvias.		Garantizar que las actividades de explotación de los recursos geotérmicos no generan afectos negativos sobre el comportamiento de la acidez de las lluvias en la zona del campo		Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  - 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). - Se debe elaborar informes de seguimiento trimestrales.  Ejecutor: CSRG		

Número de medida	Actividad- acción – Matriz CE (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (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)	<p>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.</p> <p>2) Previo a la apertura de pozos, o pruebas de producción u operación, se deben colocar en el sitio, equipos para la medición de H<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub>, Estos equipos deben contar con alarmas audibles (10 ppm de H<sub>2</sub>S, 5000 ppm de CO<sub>2</sub>), que permitan a los encargados de los procesos tomar medidas para resguardar la integridad de los trabajadores.</p> <p>3) En 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. I</p>	Director del CS Recursos Geotérmicos – (Equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Garantizar que la emisión de gases no condensables no produce efectos negativos sobre la salud de los trabajadores.	Costos incorporados en el presupuesto de construcción y manejo del campo geotérmico	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos profundos
Perforación -08 U2P#8			Contaminación del aire por sólidos en suspensión.	DE-30221-S - Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5) - Ley orgánica del Ambiente (Art. 49 b, 59, 60, 62)	<p>• Elaborar 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.</p> <p>Los conductores deberán estar informados sobre estas restricciones.</p>		Mantener los niveles de polvo generados por el movimiento de tierras y vehículos dentro de rangos aceptables.		Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos		
Perforación -09 U2P#9			Ruido Natural	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)	<p>1 En sitios poblados, los vehículos deberán circular a velocidades máximas de 25 km/h. Los conductores deberán estar informados sobre estas restricciones.</p> <p>2 Todos los vehículos, maquinaria y equipo, deberán mantener en buenas condiciones de funcionamiento sus sistemas de amortiguación de ruido.</p>		Mantener los niveles de ruido producto de la operación de maquinaria, vehículos y equipos, dentro de los límites permitidos.		Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos		

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Perforación -10 U2P #10	PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS (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	<p>1 Deberá implementarse un programa de monitoreo de los niveles de ruido en los sitios de trabajo, en estas áreas los trabajadores deberán contar con los sistemas de protección normalizados por Salud Ocupacional</p> <p>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.</p>	Director del CS Recursos Geotérmicos – (Equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Garantizar que la salud de los trabajadores no se vea afectada por los niveles de ruido generados en las áreas de trabajo.	Costos incorporados en el presupuesto de construcción y manejo del campo geotérmico	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos profundos
Perforación -11 U2P #11			Generación de ruido:	DE-28718-S - Reglamento para el control de la contaminación por ruido (Art. 20, Art. 23) - Ley Orgánica del Ambiente (Art. 59, 60, 62)	<p>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.</p> <p>2 En la medida de lo posible, en caso de ser necesarias pruebas de producción, estas se limitaran al horario diurno, en caso de no ser posible, deberá utilizarse sistemas de silenciadores que permitan mantener el nivel de ruido dentro de los límites establecidos por la legislación. Durante la realización de estas deberán realizarse mediciones de ruido en zonas pobladas cercanas.</p>		Mantener los niveles de ruido producto de la operación y mantenimiento del campo, dentro de los límites permitidos.		Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos		

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Perforación -12 U2P #12	PERFORACION DE POZOS GEOTERMICOS (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)	<p>1) Todos los equipos, maquinaria y vehículos, deben estar incluidos dentro de un programa de mantenimiento y control a fin de asegurar que no presenten problemas de fugas de combustibles o lubricantes.</p> <p>2) Los sitios de almacenamiento de combustibles o lubricantes en los sitios de trabajo, deberá contar con diques de contención que garanticen que cualquier derrame será manejado de manera adecuada.</p> <p>3) Todos los desechos producto del mantenimiento tales como cambios de aceite, filtros, etc. Deberán manejarse en <b>recipientes</b> cerrados, y deberán ser dispuestos por medio de co-procesamiento.</p> <p>4) Cualquier derrame accidental deberá ser recolectado de forma inmediata, y los residuos recolectados enviados a gestión ambiental para su debido manejo.</p>	Director del CS Recursos Geotérmicos – (Equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Garantizar que el uso de la maquinaria, equipo y vehículos que no generan contaminación de las aguas.	Costos incorporados en el presupuesto de construcción y manejo del campo geotérmico	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos profundos
Perforación -13 U2P #13		Agua superficial	Contaminación del agua por fluidos geotérmicos por la posibilidad de fugas la posibilidad en los sistemas de conducción o rupturas en las lagunas.		<p>1) Los fluidos geotérmicos deben ir a las lagunas.</p> <p>2) Las lagunas deben contar con sistemas de impermeabilización.</p> <p>3) Se debe establecer un programa para el monitoreo del pH, cloruros y conductividad de las aguas superficiales dentro del área de proyecto.</p> <p>4) Deben realizarse inspecciones visuales mensuales para verificar el adecuado funcionamiento de los sistemas de impermeabilización y para detectar la presencia de fugas potenciales.</p>		Realizar un manejo ambientalmente responsable de los fluidos geotérmicos.		Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos		

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (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 – (Equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Garantizar que las aguas de consumo humano son potables.	Costos incorporados en el presupuesto de construcción y manejo del campo geotérmico	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  - Reportes de laboratorio. - Informe trimestral de seguimiento. Ejecutor: CSRG	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos profundos
Perforación -15 U2P #15		Flora.	Eliminación de vegetación	Plantar al menos una cantidad de árboles igual a la eliminada para la construcción de la plataforma de perforación, estos se ubicarán de preferencia dentro de la zona del pozo o en áreas aledañas y se deben utilizar especies de la zona.	Compensar los impactos sobre la flora.		Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  - Informes de las acciones realizadas incluyendo el inventario de especies plantadas y un registro fotográfico de los sitios usados. - Informe trimestral de seguimiento. Ejecutor: CSRG				
Perforación -16 U2P #16		Fauna	Efectos sobre la fauna	Ley Orgánica del Ambiente (Art. 59, 60) Ley Forestal No. 7575  1) Colocar sistemas para permitir la salida de fauna de las lagunas de la plataforma. 2) se realizarán 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 al 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.		Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  - Informes de las acciones realizadas incluyendo el inventario de especies rescatadas y un registro fotográfico de éstas. - Reporte trimestral de su seguimiento. Ejecutor: CSRG				

Número de medida	Actividad- acción – Matriz CE (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (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	<p>Diseñar el sistema de evacuación pluvial, disipadores de energía, sedimentadores, considerando la capacidad del cuerpo receptor para asimilar el aumento del volumen pluvial del agua para reducir las posibilidades de un desbordamiento a causa de la nueva construcción. Se debe elaborar informes de seguimiento trimestrales que incluyan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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>En lo posible no realizar las actividades de excavación y conformación de terrenos durante los periodos de lluvias intensas, con el objetivo de disminuir al mínimo el arrastre de sedimentos aguas abajo de las áreas de construcción.</li> <li>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>Llevar un seguimiento del arrastre de sedimentos en las aguas (SS). TURB: Q. Yugo y Río Negro (mensual) durante fase constructiva</li> <li>Parámetros químicos a llevar un control pH, conductividad eléctrica (CE), Turbiedad (TURB), sólidos suspendidos (SS), DBO y DQO. El arsénico (As), cromo hexavalente (Cr +6), mercurio (Hg) y aceites y grasas, (éstos últimos una vez cada 6 meses durante la fase constructiva).</li> </ol>	Director del Proyecto (equipo de gestión ambiental del proyecto) - Director del CS Recursos Geotérmicos – (equipo de gestión ambiental del campo geotérmico)	Reducir el impacto por la turbidez que genera el arrastre de suelos en las aguas de escorrentía	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del proyecto + \$ 50	<p>Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos</p> <p>Informes de seguimiento trimestrales que incluyan:</p> <p>Dispositivos construidos en caminos / m2 de caminos construidos. Para todos los indicadores deberá llevarse controles mensuales y un registro fotográfico de los trabajos realizados. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)</p> <p>Informe ambiental, bitácoras de obra con el detalle de las obras civiles desarrolladas para el control de la erosión y sedimentación en cada frente de obra. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)</p> <p>Informe del seguimiento del arrastre de sedimentos en las aguas. EJECUTOR CSRG</p> <p>Informe semestral de la calidad del agua EJECUTOR CSRG</p>	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 el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Residuos 01 U2P #18	Manejo de residuos (13) - Recolección 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	Plan de Manejo integral de residuos según la legislación vigente que incluya residuos sólidos, líquidos, peligrosos, otros  - Transportar los residuos a sitios previamente autorizados o seleccionados para ello. - Tratar o manejar los escombros y residuos según lo establecido en la legislación del país, con respecto a los asuntos ordinarios de residuos sólidos y peligrosos. Capacitar al personal sobre el manejo integral de residuos - Retirar los residuos en el área tan pronto sea posible y llevarlos a los sitios de disposición o almacenamiento final. Es prohibido establecer sitios de almacenamiento en las zonas de riesgo y en las áreas protegidas de los ríos y cuerpos de agua. - Prohibir la quema de los residuos. - Almacenar los residuos peligrosos, separada de los residuos sólidos. - Suministrar a las zonas de campamento y áreas de trabajo cabinas sanitarias. - 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 - Ajustarse a lo señalado en Resolución No.1948-2008-SETENA 17. Gestión de los residuos sólidos pág.26	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas  Director del CS Recursos Geotérmicos	Prever la contaminación debido a los residuos sólidos y líquidos generados	\$ 111	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  Plan de manejo integral de residuos 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. EJECUTOR: Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) – CSGR – Planta Geotérmica Las Pailas (NG) Número total de colaboradores / número de colaboradores capacitados en el manejo apropiado de residuos. Estas capacitaciones deberán renovarse de forma anual EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) – CSGR - Planta Geotérmica Las Pailas (NG) Cantidades de residuos generados / cantidades de residuos reusados, recuperados o reciclado. Debe llevarse un registro de todos los materiales manejados y registros fotográficos del proceso. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) – CSGR - Planta Geotérmica Las Pailas (NG) Verificar el cumplimiento de las directrices emitidas por el Ministerio de Salud para el sistema de tratamiento. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) kg de desechos generados / kg de desechos co-procesados. Deberá llevarse un registro detallado de los desechos generados, registros fotográficos de la forma en cómo son almacenados y los certificados de su co-procesamiento. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) - CSGR	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
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	1. Almacenamiento y uso adecuado de los combustibles. 2. Diseñar áreas específicas para el cambio de combustible en maquinaria y equipo dentro el AP. 3. Utilizar dispositivos y materiales para tratamiento y recolección adecuada de derrames. 4. Elaboración de protocolo para atención de derrames. Formular un plan de contingencias 5. Para todos los indicadores deberá llevarse controles mensuales	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas	Garantizar que el uso de la maquinaria, equipo y vehículos no generan contaminación de las aguas.	Costos incorporados en el presupuesto de construcción del proyecto.	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Protocolo atención de derrames aceites y combustibles (incluir un plan de acción ante contingencias) Informes de seguimiento trimestrales que incluyan: Medida 1: número total de equipos / número de equipos en condiciones adecuadas = 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 Registro fotográfico de los trabajos realizados. Registros contingencias atendidas EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)	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 el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Suelo 01 U2P #20	Movimientos de tierra – conformación de 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 suelo, y su reglamento Decreto 29375 MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Diseñar adecuadamente los cortes en carreteras.</li> <li>Disponer de canales de agua para reducir el desbordamiento.</li> <li>Planos de diseño de las obras constructivas: excavaciones, rellenos, caminos, infraestructura, escombreras; deberán incluirse y detallarse los manejos de aguas y de suelos para la prevención de la pérdida de suelo por erosión, así como las obras de estabilización y recuperación ambiental mediante revegetación de los sitios afectados por la actividad constructiva, dichas obras deberán aparecer localizadas dentro del plano constructivo.</li> <li>Llevar a cabo un análisis químico completo 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>Sitios de muestreo / campaña de muestreo</li> <li>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	Impulsar la conservación de los suelos de forma integrada a los demás recursos naturales.	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto.	<p>Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos</p> <p>Informe trimestral 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) Este debe de incluir al menos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Informe sobre manejo de la escorrentía superficial.</li> <li>Informe sobre método de mantenimiento de la capa órgano-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> <p>Planos de diseño de las obras constructivas: excavaciones, rellenos, caminos, infraestructura, escombreras. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)</p> <p>Línea base de la química del suelo. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) - CSRG</p>	Inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
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)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Implementar un programa de monitoreo de los niveles de ruido en zonas pobladas cercanas, en estas áreas los niveles máximos permitidos serán los indicados por la legislación (65 dBA diurno y 45 dBA nocturno). Las mediciones realizadas deberán ser periódicas y se mantendrá un registro de los resultados obtenidos. 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.</li> <li>En la medida de lo posible las pruebas (soplado de tuberías) se limitarán al horario diurno, en caso de no ser posible, deberá utilizarse sistemas de silenciadores que permitan mantener el nivel de ruido dentro de los límites de la legislación.</li> <li>Los diseños de los sistemas de silenciadores de la planta, deberán ser debidamente probados durante la fase de construcción. Debe asegurarse 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.</li> <li>Elaborar plan de contingencia para atender las eventualidades que se presenten al no cumplir los parámetros de emisión de ruido por ley.</li> <li>Adquisición de equipo de seguridad y protección personal (orejeras, tapones) para personal expuesto a ruido</li> </ol>	Director del Proyecto Geotérmico 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.	\$ 770	<p>Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos</p> <p>Medida 1 y 2 Informe de los resultados de las mediciones en las diversas pruebas. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)</p> <p>Medida 3 Especificaciones de los sistemas de silenciadores que cumplan con la legislación del ruido Centro de Servicio Diseño</p> <p>Medida 4 Dispositivos de reducción de ruido en el equipo electro-mecánico y en el diseño del edificio, que los albergará, Centro de Servicio Diseño</p> <p>Reportes previos a los habitantes de su entorno de su ejecución (pruebas). EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) – CSRG</p> <p>Diseños de los sistemas de silenciadores EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)</p> <p>Medida 5-6: Plan de Contingencia: Registro de ejecución de medidas correctivas. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)</p>	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 el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Flora 01 U2P #22	Movimientos de tierra – conformación de 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.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Llevar a cabo las actividades de tala de árboles solamente en aquellos sitios estrictamente necesarios.</li> <li>Los trabajos serán realizados procurando el mínimo daño a la cobertura boscosa.</li> <li>Obtención de permisos de corta y tala de árboles, proporcionados por la autoridad correspondiente (MINAE, SINAC), en cumplimiento con la Ley Forestal.</li> </ol>	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)	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  (Esta se repite en el resto de las medidas orientadas al factor ambiental de la Flora) Informe trimestral 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 Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)	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.	<ol style="list-style-type: none"> <li>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, supervisores y encargados de obra</li> <li>Emplear personal capacitado para la corta y desrame de árboles, al igual que técnicas de tala dirigida para reducir daños al ecosistema.</li> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>Delimitar en el campo las áreas a intervenir y marcar los árboles a cortar (enumerados en el tronco y tocón).</li> <li>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.</li> <li>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 cantidad, distribución y ubicación de los individuos por especie rescatada y los resultados de sobrevivencia, desarrollo y adaptación</li> <li>Elaboración de planes del acondicionamiento final de las escombreras, contemplando conformación, confección de obras de manejo de escorrentía y control de erosión, descompactación del terreno, colocación de capa superior de suelo orgánico de al menos 30 cm de grosor y reforestación. (Disponibles 3 meses previo al inicio de las labores).</li> <li>Elaboración de planes de reforestación de las escombreras 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.</li> <li>Establecimiento de un invernadero para el rescate de plantas durante la fase constructiva</li> </ol>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas	Cortar únicamente el área boscosa necesaria para cada obra, evitando dañar la vegetación circundante. Procurar utilizar maquinaria, equipo y técnicas constructivas orientadas a causar el mínimo impacto al bosque. En el caso de tuberías y caminos en la medida de lo posible ajustar la ruta para reducir cortar árboles gruesos de alta importancia ecológica, prioritariamente especies con poblaciones reducidas, amenazadas y/o en peligro de extinción. Rescatar y reubicar la flora menor y reproducir flora arbórea con poblaciones reducidas, amenazadas y/o en peligro de extinción.  Compensar el área de bosque maduro y secundario cortado	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto  \$ 124	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  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 Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)  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 manejo silvicultura 10. Invernadero para rescate de flora y registros de la flora rescatada.  EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)	Todos los indicadores deberán estar disponibles antes del inicio de las obras	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.  Fase de abandono del proyecto

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (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 deberán 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	Compensar el área de bosque maduro y secundario cortado mediante la reforestación de las escombreras. Enmascarar obras mediante pantallas vegetales. Adicionalmente se compensa el impacto por la alteración de procesos fisiológicos y reproductivos de flora en bosque maduro y secundario por acumulación de polvo sobre el follaje, flores y frutos, por el traslado y acopio de escombros y agregados y movimiento de maquinaria pesada.		11. Planes, mapas y programación del establecimiento y manejo de pantallas vegetales. 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) incremento medio anual en altura de al menos 0.5 m en 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 heliofitas durables como esciófitas ii) Caracterización de la estructura vertical y composición florística por estrato. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)	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
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.	1. Elaboración de planes de restauración de áreas afectadas por obras temporales, los cuales deben contemplar descompactación del terreno, colocación de una capa de suelo orgánico de 3 a 5 cm de grosor y revegetación del sitio. 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	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos 1. Planes y mapas de restauración de áreas afectadas por obras temporales EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)	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) (26)	Ecosistema - Fauna	Alteración de la fauna silvestre,	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 "Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE	-Contratación de un profesional en biología permanente en el sitio, 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 presupuesto de nómina de operaciones (Biólogo). +\$5000 (compra dispersores)	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Presencia de un profesional en biología en la planilla – Desglose de sus funciones EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) - CSRG	Antes del Inicio de las actividades del proyecto (línea base)	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (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. El diseño de las obras de construcción debe contemplar los elementos necesarios para la reducción de la carga de arrastre de sedimentos en los ríos y quebradas del AP (sedimentadores, disipadores de energía, 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 actividad 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 (eficiencia entrada y salida para el cumplimiento del Decreto 33903 MINAE S Reglamento Evaluación y Clasificación Calidad de Agua Superficial de la Legislación Nacional) Los parámetros medibles quedaran 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 A, por efectos resultantes de las labores constructivas del proyecto.	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>Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos</p> <p>1-Informe de diseño de obras de retención de sedimentos: 2--Informe periódico de resultados de calidad del agua. 3-Programa de mantenimiento de los sistemas de sedimentación, en donde se debe de asignar personal y maquinaria, así como el responsable. 4-Informe de diseño de escombreras con planos constructivos, ubicación de sitios de escombreras y diseño de estructuras para retención de sedimentos.</p> <p>EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)</p>	Inicio de obras de construcción	Finalización etapa de construcción

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Fauna 3 U2P #27	Fase de Construcción y Operación y Aceites y compuestos químicos. Número de acción (es) de la matriz causafecto: (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	<ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>Además, debe de haber al menos dos personas por frente trabajo capacitados en la contención de derrames de hidrocarburos y fluidos geotérmicos</li> <li>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.</li> <li>Contar con los implementos para la contención de derrames y poner en práctica un programa de capacitación al personal sobre su uso.</li> <li>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.</li> </ol>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas  Director del CS Recursos Geotérmicos	Reducir la contaminación ocasionada por hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas que afecten la fauna acuática existente en los ríos y quebradas del AP por efectos resultantes de las labores constructivas del proyecto.	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.	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  -Informe de resultados de calidad de agua: Resultados de análisis fisicoquímicos EJECUTOR CSRG  - Informe sobre diseño de sitios para almacenaje de hidrocarburos y sustancias tóxicas. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) - CSRG  - 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 Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) - CSRG  5-Programa de monitoreo químico de las aguas de los ríos y quebradas del AP. EJECUTOR CSRG  6- Plan de contingencias para la atención de derrames de los vertidos químicos y aceites EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) - CSRG	Inicio de obras de construcción e ingreso de maquinaria al área de proyecto.	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (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:(1), (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 o por modificación del hábitat. Migración a otros hábitats. Disminución de individuos o poblaciones (Tala de árboles, movimientos 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 7574 Ley Conservación de Vida Silvestre 7317 Ley Forestal 7575 Ley de Biodiversidad 7788 Convenio 7513: Centroamericano Regional sobre Cambio Climático. Ley 7226 Convenio Constitutivo de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. Ley de Aguas 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 constructiva y de ejecución, 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 aspectos 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	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  1-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 Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) - CSRG  2- Plan de reforestación con especies nativas. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) - CSRG  3- Informe mensual (durante la fase de construcción) sobre las actividades del rescate de fauna siguiendo los lineamientos establecidos en la legislación vigente. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)- CSRG  4. Reductores, señalización vial colocados en la vía según análisis previo. Registro fotográfico EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) - CSRG  5-Registro de las capacitaciones dadas al personal. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) - CSRG	Inicio de obras de construcción	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
Fauna 5 U2P #29	Fase de Construcción y operación Número de acción (es) de la matriz causa-efecto:(1), (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, 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, 7317 Ley de Biodiversidad, 7788 Ley Forestal, 7575 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE 32633-MINAE Ley 3763 Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley 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 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 monitoreo mensual de aves y mamíferos en el área de proyecto (AP), antes y durante la fase de construcción, para determinar la diversidad, 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 afectadas.	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico del proyecto	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  1-Diseño de escombreras con planos constructivos, ubicación de sitios de escombreras y diseño de sistemas de retención de sedimentos. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)  2-Registro fotográfico de los sitios reforestados, antes y después de la intervención y de la reforestación. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)  3-Registros de los mantenimientos a las áreas reforestadas EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)  4-Informe semestral con los resultados del monitoreo de aves y mamíferos. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)- 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 el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (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:(1), (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:(24)	Ornitofauna y Mastofauna	Cambios en la diversidad y abundancia de aves y mamíferos, (reducción de sus 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, Ley3763 Ley7416, Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2002	1-Determinar las rutas de paso de fauna en los caminos 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.  2-Regular la velocidad de tránsito vehicular, colocando señalización vial y avisos de precaución que indican presencia de animales en la vía.  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).  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 aspectos clínicos y protocolo de rescate de fauna (en proceso de normalización en el CGA, PySA).	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas  Director del CS Recursos Geotérmicos	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	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  1-Diseños y puentes de pasos aéreas EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) 2--Presencia de rótulos restrictivos de velocidad. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) - CSRG 3-Monitoreos semanales por personal del área de biología, durante la etapa de construcción del proyecto, para determinar la ubicación de los puentes de paso y para verificar el uso que le dan los mamíferos a los mismos. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) - CSRG 4-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 Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)- CSRG 5-Registro de animales silvestres tratados, curados o rescatados y reubicados en el área del proyecto. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)- CSRG	Inicio de las obras del PG	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil).
Fauna 7 U2P #31	Fase de Construcción Número de acción (es) de la matriz causa-efecto:(14), (16), (19). Fase de Operación. Emisión de ruido y vibraciones. 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:(28).	Ornitofauna y Mastofauna	Modificación de hábitos alimenticios de algunos mamíferos y aves (por ruido y desechos ordinarios)	Ley de Bienestar Animal 7451 Ley Orgánica del Ambiente 7554 Ley Conservación de la Vida Silvestre, 7317 Ley de Biodiversidad, 7788 Ley Forestal, 7575 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley 3763 Ley Convenio sobre diversidad biológica, Ley 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 la fauna en las zonas de impacto por esta causa  2-Realizar estudios con muestreos que relacionen niveles de ruido versus abundancia y diversidad de fauna a diferentes radios de los sitios de generación de ruido tales como sitios de preparación de plazoletas, plazoletas durante la fase de perforación (pozos), sitios de construcción de lagunas y satélites, sito de casa de máquinas etc. antes durante y después de la fase constructiva. La frecuencia y alcance de los muestreos debe estar sujeta al criterio del biólogo responsable.  3- Verificar que se cumpla con los niveles de ruido según la legislación vigente.  4-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  Director de Planta Geotérmica Las Pailas	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	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas  1-Plan de monitoreo biológico de los efectos del ruido sobre la fauna. EJECUTOR CSRG  2-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 – CSRG  3-Registro de personal capacitado e informado del plan de manejo de residuos. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)- CSRG  4-Presencia de rótulos informativos acerca de la prohibición de alimentar fauna silvestre. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)- CSRG  5-Registro de cantidad y tipo de residuos sólidos ordinarios generados. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)- 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 el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (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 causaeffecto:(20).	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 atraviere 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	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas  1-Documento con diseño y planos de ruta de la línea de distribución. 2-Informe de diseño y áreas que requieren cable aislado y conos anti escalamiento. 3-Verificación de campo por medio de registro fotográfico de la instalación de los cables aislados y conos anti escalamiento. 5- Informe del monitoreo de la eventual afectación de la LT a la migración de aves dentro del AP.  EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)	Inicio de la fase constructiva de la línea de distribución.	Cierre de la fase de construcción de la línea de distribución.
Fauna 9 U2P #33	Fase de Construcción y Línea de distribución 34.5 Kv. Número de acción (es) de la matriz causaeffecto:(20). Fase de Operación. Empleo de Luminarias. Número de acción (es) de la matriz causaeffecto: (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 CS Recursos Geotérmicos – Director de Planta Geotérmica Las Pailas	Reducción del impacto negativo a la fauna por la utilización de luz artificial en el AP	Costo incluido en el presupuesto de construcción y operación del campo geotérmico y de la planta del proyecto	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas  1-Presencia de luminarias adecuadas según medida y diseño ambiental propuesta. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) - CSRG 2- Informe semestral de los resultados de la investigación de los monitoreos quincenales de diversidad y abundancia de fauna e los sitios de ubicación de luminarias, antes y después de la instalación de las mismas. EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)- 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 el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (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 6703, Reglamento de Trámites para los Estudios Arqueológicos Decreto Ejecutivo 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	Requiere disponer de un profesional en arqueología.  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.	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas	Prevenir, mitigar y compensar el deterioro que la construcción del proyecto pueda ocasionar al Patrimonio Arqueológico	Los gastos de nómina están incorporados en el presupuesto de la construcción y la gestión del campo geotérmico.	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas  Propuesta de trabajo marco que incluya todas las etapas de investigación arqueológica que se realizarán en el proyecto.  Reportes aprobados por la Comisión Arqueológica Nacional (CAN) según la legislación vigente sobre patrimonio arqueológico.  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.  EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)	Antes del Inicio de las actividades del proyecto (línea base)	Fin de la construcción del proyecto
Escombreras 01 U2P #35	Movimiento de tierras - conformación de sitios de construcción  - Escombreras Perforación Obras (08), (09), (10)	Paisaje de relieve, 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	1- En la medida de lo posible el terreno seleccionado para ubicar la escombrera debe carecer de vegetación. 2- El sitio para la disposición de los escombros debe considerar medidas geotécnicas apropiadas, lo que significa que debe tener la capacidad para soportar el material acumulado, que no se encuentre en un área de recarga de agua y no debería ser un sitio vulnerable a las amenazas naturales (inundaciones, licuefacción, deslizamientos de tierra y avalanchas). 3- Disponer de la autorización del propietario (en caso de que se ubicara en una propiedad que no pertenece al ICE), de acuerdo con lo establecido en la legislación. 4- El transporte del material debe hacerse en un camión con una lona que cubra la carga, para reducir los derrames en el camino. Definición de rutas de acarreo de materiales y sitios de escombrera. 5- Diseño adecuado de sitios de escombrera y aplicación de método para construcción y cierre de escombreras tener una inclinación no mayor al 15% y debe considerar los espacios correspondientes, establecidos en la legislación para los cuerpos de agua. 6- El sitio de la escombrera debe contener una entrada apropiada para la maquinaria o debe ser mejorado y habilitado para este fin. 7- La acumulación de materiales debe hacerse de tal manera que se ajuste a las condiciones geomorfológicas del terreno. 8- Aplicar la Resolución No.1948-2008-SETENA. 7.5 Escombreras pág.18-19 / 11 Manejo de aguas pluviales pág. 22-23 9- La capa superior de la escombrera deberá ser cubierta con tierra orgánica, de tal manera que promueve la re-vegetación. 10- En ningún caso como resultado de las actividades de remoción de tierras, los escombros serán depuestos en el caudal de un río o cualquier otro cuerpo de agua, ni tampoco serán eliminados en las laderas escarpadas, bosques o zonas con árboles. 11- Plantar vegetación en los sitios utilizados como escombreras.	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.	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas  Plano topográfico (curvas /2 m) de los terrenos de las escombreras- rutas de acarreo de los escombros  Diseño de la escombrera (con las obras de manejo de escorrentía, control de erosión y volúmenes máximos de escombros a depositar)  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).  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).  EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)	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 el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (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.	Ley Orgánica del Ambiente, Ley General de Salud, N° 5395, N° 7554	Construir un acueducto para el suministro del de agua potable para la nueva planta de generación eléctrica y 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	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas  Convenio de colaboración ICE/AyA  Diseño e informe del proceso de avance de la construcción del acueducto  EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)	Antes del Inicio de la fase producción	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
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 Trabajo Ley de Protección al Trabajador	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cumplir con las normas técnicas y procedimientos institucionales en materia de seguridad y salud ocupacional (Salud Ocupacional).</li> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>Colocar la hoja de seguridad y el manual de productos peligrosos en los almacenes correspondientes. de tal manera que esté a la disponibilidad de todos los empleados. Según la legislación actual.</li> <li>Crear políticas para el equipo de protección personal (EPP), y entrenar al personal su uso adecuado.</li> <li>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.</li> <li>Montar un sistema para el monitoreo control de incendios forestales en el perímetro de las nuevas instalaciones</li> <li>Aplicar Resolución No.1948-2008-SETENA inc. 12 Seguridad laboral e higiene ocupacional pág.23</li> </ol>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas  Director del CS Recursos Geotérmicos  Director de Planta Geotérmica Las Pailas	Prever la ocurrencia de incidentes/accidentes en los sitios de riesgo dentro del Casa de Maquinas Capacitar al personal en materia de seguridad ocupacional. Verificar el buen mantenimiento del equipo de protección personal Cumplir las Acciones de antes y después de realizadas las labores según la Instrucción de Trabajo:	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto + \$12	Gestión Ambiental CSRG. Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas  Registros de monitoreados que cumplen con los parámetros establecidos por la legislación / Total de monitoreos o mediciones realizadas.  EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)– CSRG - Planta Geotérmica Las Pailas (NG)	Durante toda la Etapa de construcción, operación de la planta y manejo del campo geotérmico	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Social 01 U2P #38	Ampliación y construcción de accesos (6.5 km) (1), (8), (11), (14), (17), (18), (21), (22), (23), (24), (25), (26), (28),	Calidad de vida – percepción local	Alteración de la cotidianidad de las comunidades (calidad de vida)	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2013 Ley General de Salud, N° 5395	<p>Formular una estrategia de comunicación anual con los grupos de interés del proyecto.</p> <p>Durante la fase de construcción se requieren reuniones periódicas con las Asociaciones de vecinos en las comunidades del área de influencia social al menos una vez cada dos meses, para tratar asuntos relacionados con la construcción del proyecto, seguimiento a la implementación de las medidas ambientales, así como para realizar ajustes en caso de presentarse problemas en las comunidades de su área de influencia social.</p> <p>Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar e implementar un protocolo para la atención de consultas, solicitudes o denuncias.</li> <li>• Fomentar un Programa de Educación Ambiental con el público interno y externo (comunidades área de influencia social) orientado principalmente en los temas de reforestación y gestión de residuos sólidos.</li> <li>• Elaborar e implementar un plan de capacitación sobre gestión de residuos sólidos en las escuelas de Curubandé, Rincón de la Vieja y San Jorge.</li> <li>• Promover un programa de comunicación interna orientado a la inducción a los trabajadores y contratistas sobre cómo debería ser su comportamiento en relación con la población comunal.</li> <li>• Coordinar con los grupos comunales de Curubandé capacitación con el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA).</li> <li>• Incluir un plan de comunicación externa en medios electrónicos según solicitud de JICA.</li> </ul> <p>o Divulgación del Informe Técnico Ambiental</p> <p>a. Etapa 1: Divulgación en la página web del ICE</p> <p>b. Etapa 2: Dar a conocer los informes técnicos del avance del cumplimiento de las medidas de control ambiental (informes regenciales).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brindar informe a JICA del cumplimiento de la Estrategia de Comunicación.</li> </ul>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas  CS Gestión ambiental	Prevenir potenciales conflictos sociales por medio de una adecuada atención de las expectativas y necesidades comunales.  Sensibilizar y propiciar que la población local aprenda del proceso de la generación geotérmica.  Fomentar acciones enfocadas en la responsabilidad social de la institución.	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto +\$ (programa educación ambiental)	<p>Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Documento de Estrategia de comunicación anual e informe de implementación.</li> <li>2. Documento de protocolo de atención de consultas, solicitudes o denuncias. Informes trimestrales de implementación.</li> <li>3. Cantidad de folletos informativos distribuidos en las comunidades.</li> <li>4. Informe Técnico Ambiental sobre la divulgación de información a las diferentes entidades.</li> <li>5. Informes semestrales de implementación del Plan de Educación Ambiental.</li> <li>6. Registro fotográfico de las áreas reforestadas.</li> <li>7. Cantidad de capacitaciones desarrolladas en las comunidades.</li> <li>8. Informes trimestrales o mensuales sobre la atención de quejas de los habitantes de las comunidades sobre el comportamiento de los trabajadores del ICE.</li> <li>9. Planes de capacitación comunal impartidos por el INA para suplir los requerimientos técnicos del proyecto.</li> </ol> <p>EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC) Publicación en la página web del ICE. EJECUTOR CSGA</p>	Inicio fase constructiva	Durante la construcción
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	Efectuar oportunamente eventos para el reclutamiento de personal en la comunidad de Curubandé, promoviendo la participación de la población de las comunidades de influencia social del Proyecto, con el objetivo de que los habitantes de la zona aclaren dudas y asegurar mayor acceso a la información; es requerido a que estas actividades 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	<p>Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Listas de asistencia y minutas de reuniones con los grupos comunales del área de influencia social directa.</li> <li>2. Informe de la actividad, registro de participantes y fotográfico. Elaborar una encuesta de evaluación de la actividad por parte de los participantes.</li> </ol> <p>EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)</p>	Previo a la construcción	Finalización de la etapa constructiva.

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
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	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construcción de reductores de velocidad en la comunidad de Curubandé, San Jorge y Parcela Santa María, en las áreas cercanas a las Escuelas.</li> <li>2. Señalización peatonal para paso de estudiantes frente a las escuelas de Curubandé, Rincón de la Vieja y San Jorge.</li> <li>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.</li> <li>4. Elaborar e implementar un Plan de control de velocidad: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Instalación de señalización vertical para prevención.</li> <li>b) Rotulación de vehículos institucionales y alquilados que permita la denuncia, en caso necesario.</li> <li>c) Habilitar un canal de comunicación telefónica y electrónica para la denuncia de comportamientos inadecuados de funcionarios y contratistas del proyecto.</li> <li>d) Gestionar con CONAVI charlas en escuelas del área de influencia social de educación y seguridad vial.</li> <li>e) Las vagonetas utilizaran cobertores para minimizar el polvo.</li> </ol> </li> <li>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.</li> </ol>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas	<p>Asegurar las condiciones óptimas de la infraestructura vial de las comunidades del área de influencia social del proyecto.</p> <p>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.</p>	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto	<p>Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Registro fotográfico de los reductores de velocidad.</li> <li>2. Registro fotográfico de la señalización peatonal en las comunidades.</li> <li>3. Informes semestrales sobre la implementación del programa de seguridad y salud ocupacional.</li> <li>4. Colocación de la señalización vertical de prevención (registro fotográfico).</li> <li>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.</li> <li>6. Número de charlas realizadas en las Escuelas, registro de participantes.</li> <li>7. Registro fotográfico de la colocación de la malla perimetral en la Escuela de San Jorge.</li> </ol> <p>EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)</p>	Previo a la construcción.	Previo a la construcción
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	<ol style="list-style-type: none"> <li>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 del avance de las obras</li> <li>2. Colocación de rótulos de 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.</li> </ol>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas	<p>Mantener informados del avance del proyecto a los empresarios más cercanos al área de construcción del proyecto.</p> <p>Prevenir la ocurrencia de accidentes y fomentar las buenas relaciones con los actores sociales de la zona.</p>	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto	<p>Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cantidad de reuniones con los actores turísticos y “mecanismos de comunicación implementados.</li> <li>2. Registro fotográfico de la colocación de la señalización.</li> </ol> <p>EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)</p>	Previo a la construcción.	Previo a la construcción

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
Paisaje U2P #42	Manejo de residuos – escombros (10) Transmisión (LT - ST) (22) Sistema reinyección 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	<p>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).</p> <p>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 señalada hacia el costado oeste en dirección al hotel.</p> <p>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</p> <p>4. Enzacatar espacios abiertos en los alrededores de las obras dentro el nuevo plantel de generación</p> <p>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</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 y construcción de edificaciones (obras civiles). Costo incluido en el presupuesto de construcción del Proyecto.	Costo incorporado en el presupuesto de funcionamiento del campo geotérmico del Proyecto+ \$62	<p>Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Unidad Gestión Ambiental PG Las Pailas</p> <p>Registro fotográfico para evidenciar los cambios ocurridos antes y después del desarrollo de las actividades en el paisaje natural del sitio.</p> <p>Registro de las pantallas perimetrales construidas</p> <p>EJECUTOR Proyecto Geotérmico Las Pailas (IC)</p>	Antes del Inicio de las actividades del proyecto (línea base)	Fin etapa de construcción
Operación 01 U2P #43	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	<p>1. Llevar a cabo un análisis químico completo del suelo, a un radio de 1000 m en el perímetro de las instalaciones de Casa Máquina (2 campañas de muestreo quinquenales) a 5 años de la entrada de la fase de operación. (Por lo menos 5 sitios de muestreo / campaña de muestreo (en los sitios cubiertos en fase constructiva - línea base).</p> <p>2. Llevar un monitoreo de las concentraciones del H<sub>2</sub>S 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), Frecuencia trimestral sujeta a variación a criterio del gestor ambiental después del primer año de operación.</p> <p>3. Montar una compañía de muestro de las aguas de lluvia con 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 mínimos y máximos) de la línea base. Se debe realizar mediciones mensuales y mantener un gráfico de control de todas las mediciones realizadas.</p>	Director del Proyecto Geotérmico Las Pailas	Garantizar que las actividades de explotación de los recursos geotérmicos no generan afectos negativos sobre el comportamiento de la acidez de las lluvias en la zona del campo.	Costo incorporado en el presupuesto de funcionamiento del campo geotérmico del Proyecto	<p>Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos</p> <p>Informes monitoreo una compañía de muestro de las aguas de lluvia con estaciones ubicadas tanto en el AP como en AID. (Informes de seguimiento trimestrales)</p> <p>Informes monitoreo una compañía de muestro del suelo a 5 años de la entrada de operación de la planta.</p> <p>EJECUTOR CSRG</p>	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 el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
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)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Llevar a cabo un seguimiento periódico de la concentración de H<sub>2</sub>S en los alrededores de la nueva unidad generadora.</li> <li>Ajuste de los umbrales permitidos de concentración de gas indicadas por la Organización Mundial de la Salud sobre el H<sub>2</sub>S (<math>\leq 0,1</math> ppm promedio 24 horas)</li> <li>Se debe realizar una revisión mensual del estado de los equipos de medición del gas H<sub>2</sub>S se debe mantener un registro de los reportes de las inspecciones y mantener un registro de los informes de revisión)</li> <li>A nivel interno de la CM número total de personal que podrían ser afectados/ Número de personal, que podría ser capacitado en primeros auxilios (se debe llevar un registro de las capacitaciones, y deben repetirse las capacitaciones en forma anual)</li> <li>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.</li> </ol>	Director de Planta Geotérmica Las Pailas	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	<p>Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Planta Geotérmica Las Pailas - NG Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos</p> <p>Se debe elaborar informes de seguimiento semestrales que incluyan: Medida 1: número total de equipos de medición / número equipos funcionando en forma adecuada = 1</p> <p>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)</p> <p>Informes del monitoreo continuo de la concentración del H<sub>2</sub>S a y registros de los niveles de ruido.</p> <p>Número de sensores de concentraciones de H<sub>2</sub>S en los sitios confinados de las edificaciones de la planta.</p> <p>EJECUTOR Planta Geotérmica Las Pailas (NG)</p>	Previo al inicio de las actividades del proyecto	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)
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))	Calidad de vida (ruido natural)	Ruido y las vibraciones generadas, por la operación de la planta.	DE-28718-S - Reglamento para el control de la contaminación por ruido (Art. 20, Art. 23)	<ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>Monitoreo del ruido cuatro veces por año, incluye los siguientes escenarios: (emitir un informe (trimestralmente) <ul style="list-style-type: none"> <li>-Durante el período de perforación y prueba de pozos cada tres meses)</li> <li>-Funcionamiento de la Planta, el nivel de ruido constante que se espera o promedio.</li> <li>-Los acontecimientos de la planta (limpieza de tuberías) y los eventos inesperados de contingencia.</li> </ul> </li> <li>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</li> <li>Implementación de un plan de contingencia: Ejecución de medidas correctivas. Ante eventuales fugas no controladas de gases no condensables y emisiones de ruido.</li> </ol>	Director del CS Recursos Geotérmicos – Director de Planta Geotérmica 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	<p>Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Planta Geotérmica Las Pailas - NG Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos</p> <p>Monitoreo del ruido EJECUTOR CSRG- Planta Geotérmica Las Pailas (NG)</p> <p>Nivel de ruido medido / Límite permitido según el marco normativo horario diurno y nocturno del día. Dentro las instalaciones de la planta deben <math>\leq 1</math></p> <p>Registros mediciones mensuales con los gráficos de control de las mediciones realizadas. EJECUTOR CSRG- Planta Geotérmica Las Pailas (NG)</p> <p>Plan de Contingencia: Ejecución de medidas correctivas. EJECUTOR CSRG- Planta Geotérmica Las Pailas (NG)</p>	Antes del inicio de las actividades del proyecto (línea base)	Fase de abandono de la planta (final de la vida útil)

Número de medida	Actividad-acción – Matriz CE (a provocar el impacto) (1)	Factor Ambiental (A ser impactado) (2)	Impacto Ambiental (3)	Marco legal atinente (4)	Medida (s) ambiental (es) (5)	Responsable (es) Ejecución (6)	Objetivos Ambientales (síntesis compromiso ambiental) (7)	* Costo estimado (8) (Miles US\$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimiento – Ejecutores (9)	Momento de Inicio (10)	Momento de conclusión (11)
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 vida 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.	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 y atrasos en los procesos operativos	Costo incorporado en el presupuesto de la operación de la planta geotérmica	Centro de Servicios Gestión Ambiental – IC Gestión Ambiental Recursos Geotérmicos Planta Geotérmica Las Pailas - NG Unidad de Supervisión Ambiental de Proyectos  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. (Teniendo en consideración 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). Registro de observaciones y fotografías EJECUTOR CSRG- Planta Geotérmica Las Pailas (NG)	Una vez entra de la fase de operación de la planta	A criterio del especialista en biología a cargo de la implementación
*Costo								\$ 1792			

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





2020-07-13

Señores  
Auditoría y Seguimiento Ambiental  
Secretaría Técnica Nacional Ambiental  
Ministerio de Ambiente y Energía



Estimados Señores (as):

**Asunto:** Remisión de Informe de seguimiento Ambiental de Proyecto Geotérmico Pailas

Exp. Adm. N° 0788-2004-SETENA

Por medio de la presente, se hace remisión del informe de regencia ambiental del Proyecto Geotérmico Pailas Exp. Adm. N° 0788-2004-SETENA, el cual corresponde al periodo del primer semestre del 2020.

Sin más por el momento, quedo a disposición para cualquier consulta. Teléfono 2000-3201, correo electrónico [calvarezmo@ice.go.cr](mailto:calvarezmo@ice.go.cr)

Atentamente,  
**Negocio Generación**  
**Área Socio Ambiental**



Lic. Carlos Álvarez Morales  
Regente Ambiental