Informe de Responsabilidad Ambiental

Informe de Responsabilidad N° LVII-2023

Período del Informe: Enero – junio 2023

Proyecto Geotérmico Pailas

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

Expediente N° 0788-2004-SETENA

Responsable Ambiental

Lic. Carlos Alvarez Morales

CI-329-16 - Vigencia 18/01/2026

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

CARLOS ALVAREZ MORALES (FIRMA)

Firmado digitalmente por CARLOS ALVAREZ MORALES (FIRMA)
Fecha: 2023.07.17 12:15:51 -06'00'

Responsable Ambiental

CESAR ANDRES ROQUE SILES (FIRMA)

Firmado digitalmente por CESAR ANDRES ROQUE SILES (FIRMA)
Fecha: 2023.07.17 11:09:55 -06'00'

Ing. Cesar Andrés Roque Siles
Representante Legal
Instituto Costarricense de Electricidad

Julio, 2023

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. Información del Proyecto 7

II. Ubicación del Proyecto 8

III. Objetivo de las visitas de monitoreo y seguimiento ambiental 11

IV. Seguimiento del Plan de Gestión Ambiental y Registro Fotográfico 11

1. PGP-01: Movilización de vehículos, equipos y maquinaria (Contaminación del aire, suelo y agua producto de la emisión de gases y derrame de hidrocarburos) 11

2. PGP-02: Manejo y disposición de residuos sólidos 13

3. PGP-03: Manejo y disposición de residuos líquidos 17

4. PGP-04: Manejo de aguas residuales ordinarias 18

5. PGP-05: Manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas 22

6. PGP-06: Consumo de agua (Agotamiento de agua) 23

7. PGP-07: Movilización de vehículos, equipos y maquinaria (Posibilidad de accidentes y afectación a fauna por movilización de vehículos) 25

8. PGP-08: Labores de operación y mantenimiento del campo y planta geotérmica (Accidentes relacionados con el trabajo) 25

9. PGP-09: Operación del Campo y Planta geotérmica (Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta) 26

10. PGP-10: Presencia de infraestructura (El cambio en la naturaleza del paisaje debido a la inserción de obras) 27

11. PGP-11: Operación y mantenimiento del Campo y Planta geotérmica (Generación de ruido por el funcionamiento del equipo electromecánico, mantenimientos y operación de Planta) 27

12. PGP-12: Operación del campo geotérmico (Contaminación del agua por fluidos geotérmicos) 29

13. PGP-13: Operación del campo geotérmico (Alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial) 30

14. PGP-14: Operación del campo geotérmico (Afectación de la fauna acuática por la contaminación del agua) 31

15. PGP-15: Emisión de gases no condensables H2S (Riesgo de cambios en la composición química de los suelos) 33

16. PGP-16: Plan de restauración y conservación (Restauración y conservación de ecosistemas boscosos) 33

17. PGP-17: Presencia de obras civiles y operación del campo geotérmico (Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta) 35

18. PGP-18: Presencia de obras civiles y operación del campo geotérmico (Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta) 35

19. PGP-19: Operación de la Planta y del campo geotérmico (Alteración de la cotidianidad de las comunidades) 44

20. PGP-20: Perforación de pozos geotérmicos (Efectos sobre la salud de las personas producto de la emisión de gases no condensables, principalmente el H2S) 46

21. PGP-21: Perforación de pozos geotérmicos (Contaminación del suelo y agua producto del derrame de hidrocarburos) 46

22. PGP-22: Perforación de pozos geotérmicos (Alteración del paisaje) 46

23. PGP-23: Obras civiles (Posibilidad de caída de material y desestabilización de terrenos) 46

24. PGP-24: Emisión de gases no condensables (H2S, pentano y otros) 47

25. PGP-25: Consumo de agua potable (Alteración de la calidad de agua) 49

26. PGP-26: Movimientos de tierra (Alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial) 52

27. PGP-27: Movimientos de tierra (Corta de árboles) 52

28. PGP-28: Movimientos de tierra (Alteración de sitios arqueológicos) 52

29. PGP-29: Movimiento de tierras (conformación sitios de construcción, escombrera) . 52

30. PGP-30: Movimiento de tierras (Distorsión del comportamiento por modificación del hábitat) 52

31. PGP-31: Producción de concreto (Afectación de la calidad de las aguas por descargas de efluentes de la planta de concreto) 52

V. Conclusiones y recomendaciones 53

VI. Anexos. Anexo 1. Plan de Gestión Ambiental etapa operativa PG Las Pailas .. 56

Anexo 2 – Anotaciones de Bitácora 64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Captura de pantalla en registro de consultores de SETENA 7

Figura 2 Presentación y comprobante de pago de Garantía Ambiental Las Pailas 2023-2024 8

Figura 3. Mapa de localización Planta Geotérmica Las Pailas 9

Figura 4 Mapa de localización de la Planta Geotérmica Las Pailas Unidad I 10

Figura 5 Mapa de localización de la Planta Geotérmica Las Pailas Unidad II 10

Figura 6. Ejemplos de Revisión técnica vehicular y marchamo en vehículos institucionales 11

Figura 7 Mantenimiento de vehículos asociados a Planta durante el primer semestre del 2023 12

Figura 8. Mantenimiento de equipos y maquinaria en taller institucional 13

Figura 9 Ejemplos de Áreas de acopio temporal de residuos en instalaciones 13

Figura 10 Centros de transferencia de Residuos Planta (der) y Campo Geotérmico (izq) 14

Figura 11 Certificados de gestión de residuos de Fuentes Geotérmicas 2022 15

Figura 12 Residuos registrados en el campo geotérmico durante el 2023 15

Figura 13 Residuos registrados en Planta durante el 2023 16

Figura 14 Listas de asistencia a charlas sobre temas ambientales y SST al personal de Planta 16

Figura 15 Almacenes de sustancias peligrosas en las Unidades de Pailas I y II 17

Figura 16 Reporte de laboratorio de aguas residuales de Pailas en marzo..... 19

Figura 17 Fosas de la PTAR secas y libres de aguas residuales 19

Figura 18 Pruebas de tinte en fuente de aguas residuales en Planta Pailas I 20

Figura 19 Mapa de distribución de aguas residuales en Pailas I 20

Figura 20 Retiro de todos los equipos, cables, paneles eléctricos, techos, barandas, y tuberías a las que se les dará un segundo uso 21

Figura 21 Retiro de equipos y relleno concluido de las fosas de la PTAR para cierre con Ministerio de Salud 21

Figura 22. Trampas para aguas oleaginosas de talleres del CG Pailas. 22

Figura 23 Áreas de almacenamiento para sustancias peligrosas en el CG Pailas 22

Figura 24. Tanqueta y equipos dispensadores utilizados para el despacho de combustibles. 23

Figura 25. Inspecciones realizadas en áreas de proceso..... 23

Figura 26. Ayudas visuales colocadas en sitio de consumo y verificadas en rutas de inspección..... 24

Figura 27. Registros de consumo de agua en CSRG durante el 2023 24

Figura 28 Registros de consumo de agua en Planta (Unidades I y II) durante el 2023 24

Figura 29. Ejemplos de equipos para atención de emergencias disponibles en Planta y Campo Geotérmico..... 25

Figura 30. Charlas sobre fauna silvestre..... 26

Figura 31. Iluminación en caminos en Campo Geotérmico Las Pailas. 27

Figura 32. Paisajismo en sitios de obra 27

Figura 33. Registros promedio de ruido en los diferentes sitios de monitoreo..... 28

Figura 34 Estado de casas de máquinas cerradas para evitar salida de ruido en Planta . 28

Figura 35. Registro sobre el monitoreo de aguas superficiales efectuados en el 2023 30

Figura 36. Limpieza de sedimentadores durante inspección de sistemas de evacuación pluvial. CGP, mayo y junio 2023. 30

Figura 37. Técnica utilizada para el monitoreo de macroinvertebrados, mayo 2023. 31

Figura 38. Medición de variables fisicoquímicas de análisis de calidad de agua. Mayo 2023. 32

Figura 39. Capturas de peces. CGP, I semestre 2023. 33

Figura 40. Proceso de transporte y entrega de árboles de vivero forestal. Mayo, 2023. .. 34

Figura 41. Cantidad de Herpetofauna registrada en monitoreos diurnos y nocturnos. 35

Figura 42. Especies más comunes en monitoreos de herpetofauna. CGP. I Semestre, 2023. 36

Figura 43. Cantidad de individuos de anfibios y reptiles registrados en los transectos de monitoreo. CGP, I semestre 2023. 36

Figura 44. Recorridos diurnos para la identificación de aves en transectos de monitoreo. CGP. I Semestre 2023. 37

Figura 45. Avistamiento de especies de aves que ese encuentran bajo alguna categoría de conservación. CGP. I semestre, 2023. 38

Figura 46. Cantidad de aves identificadas durante monitoreos. CGP. I Semestre 2023... 38

Figura 47. Mamíferos identificados durante monitoreos de fauna silvestre. I Semestre, 2023. 39

Figura 48. Registro de Tolomuco y Saínos mediante cámaras. CGP. I semestre 2023. .. 40

Figura 49. Registro de mamíferos incluidos en alguna categoría de manejo. I semestre 2023. 41

Figura 50. Instalación de redes de niebla y registro de murciélagos. I semestre 2023. 41

Figura 51. Avistamiento de especies, I semestre 2023 42

Figura 52. Paso aéreo para fauna con cobertura vegetal. CGP. I semestre 2023. 43

Figura 53. Revisión de sistemas de impermeabilización de las lagunas. CGP. I Semestre 2023. 43

Figura 54. Inspección de reductores de velocidad y señalización. CGP. I Semestre 2023. 44

Figura 55. Reunión comunal, Curubandé, I semestre 2023. 44

Figura 56. Lista de asistencia, reunión ICE-Hacienda Guachipelín, I semestre 2023..... 45

Figura 57. Educación Ambiental, Escuela Curubandé, I Semestre, 2023..... 45

Figura 58 Taludes y estado de geomembrana instalada en la Unidad I 47

Figura 59 Monitoreo de gases H2S en Pailas I durante el primer semestre del 2023..... 47

Figura 60 Certificado de calibración de equipos de medición de gases 48

Figura 61 Monitoreos de fugas de N-Pentano en Planta Pailas Unidad I 49

Figura 63 Resultados del monitoreo de calidad de agua para consumo humano. Marzo, 2023 51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 6. Resultados de los análisis fisicoquímicos para calidad de cuerpos de agua. Campo Geotérmico Las Pailas, febrero y mayo 2023. 32

Cuadro 7. Valores obtenidos de análisis fisicoquímico para calidad de cuerpos de agua. CGP, febrero y mayo 2023. 33

Cuadro 3. Lista de especies de árboles donados durante el 2023. 34

I. Información del Proyecto

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) presenta a la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), el Informe de Regencia Ambiental “LVII” del Proyecto Geotérmico Las Pailas (Expediente Administrativo N° 0788-2004-SETENA), correspondiente a los meses de enero a junio del 2023.

El informe incluye el seguimiento del Plan de Gestión Ambiental, a partir del mantenimiento y operación de la Planta y del Campo Geotérmico.

El seguimiento ambiental consiste en realizar inspecciones visuales y registro de los controles operacionales y de mantenimiento, que son contemplados en el Plan de Gestión Ambiental, como parte de los compromisos adquiridos ante la SETENA.

Desarrollador

Instituto Costarricense de Electricidad.
Representante Legal: Cesar Roque Siles.
Número de teléfono: 2000-6198
Correo electrónico: CeRoque@ice.go.cr

Responsable Ambiental

Lic. Carlos Alvarez Morales
Teléfono: 2000-3201 / 8818-9055. Correo electrónico: calvarezmo@ice.go.cr
Código de inscripción ante SETENA: CI-329-16 / Vigencia: 18/01/2026

Registro de Consultores

Para realizar la busqueda seleccione los parámetros y presiones el botón filtrar.

Tipo CONSULTOR INDIVIDUAL Estado ACTIVO

Identificación o expediente | Nombre o razón social | Apellido | Profesión | Filtrar

Cerca de 1 resultados para el filtro: Identificación: 111870052 Nombre: Apellido: Profesión: .

Expediente	Identificación	Nombre	Profesión	Tipo	Estado	Vigencia
329-16	111870052	ALVAREZ MORALES CARLOS FERNANDO	GEOGRAFO	CONSULTOR INDIVIDUAL	ACTIVO	18/01/2026

© 2022 - SETENA-MINAE

Figura 1 Captura de pantalla en registro de consultores de SETENA
Fuente: https://portal.setena.go.cr/Consultors

Resolución Viabilidad Ambiental: 3688-2005-SETENA

Resolución Garantía Ambiental: 3180-2019-SETENA. Monto de Garantía Ambiental: $45,454.00. La Garantía Ambiental tiene una vigencia hasta el 01/02/2024 (Figura 2). Actualmente se está tramitando el pago correspondiente al siguiente periodo.

En el oficio DT-ASA-0356-2020, se aclara la periodicidad de entrega de informes de regencia semestrales, iniciando cada periodo entre el 01 enero al 30 junio y del 01 julio al 31 diciembre, de cada año.

La bitácora ambiental se encuentra en la oficina del coordinador de Planta ubicada en la Unidad 1 de la Planta Geotérmica Las Pailas.

27/6/23, 10:49 Correspondencia 06296-2023

Ministerio de Ambiente y Energía
Secretaría Técnica Nacional Ambiental

Código:
ST-SIG-F-0000

06296-2023

Impreso por: Usuario Externo
Impreso el: Tuesday, 27 June 2023 10:49:25

Formulario Recepción de Correspondencia

Tipo	Fecha de Ingreso	Ingresa por
Presentación de Comprobante de Transferencia bancaria de garantía ambiental	27/06/2023 10:49:19	https://portal.setena.go.cr

Procedente de
Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)

Identificador Externo

En respuesta a

Descripción
Presentación de Renovacion de Garantía Ambiental Pailas

Observaciones
Presentación de comprobante BNCR de renovación de garantía ambiental Proyecto Geotérmico Las Pailas, Expediente Administrativo FEAP-0788-2004-SETENA. Vigente al 01-02-2024

Datos del expediente

Expediente	Nombre del Proyecto	Ingreso del Expediente
FEAP-0788-2004	GEOTERMICO LAS PAILAS	13/09/2004

Ubicación
GUANACASTE / LIBERIA / CURUBANDE Zona: Predominante rural

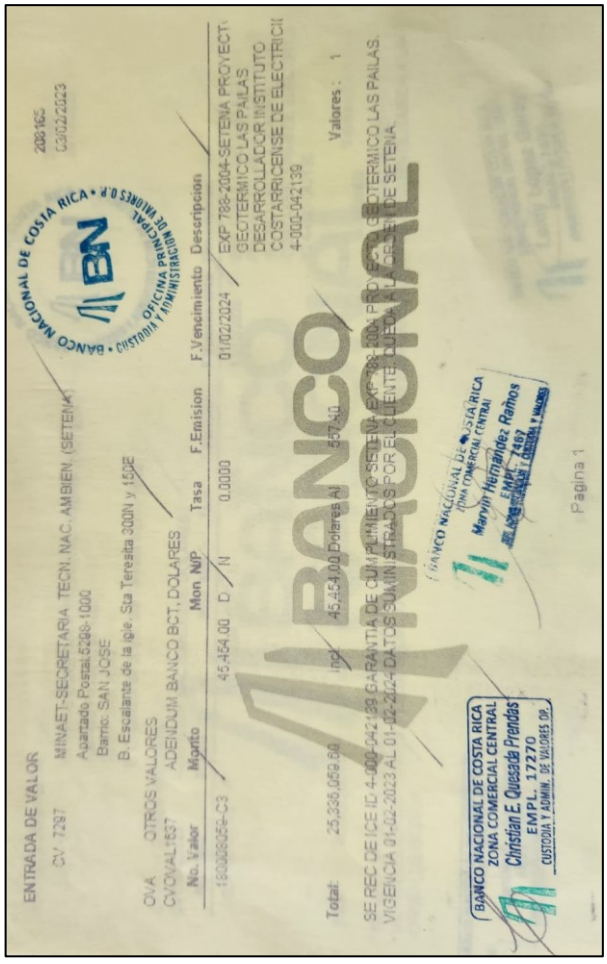
Archivos adjuntos

Archivo	Fecha
Nota Comprobante Deposito GA Pailas 2023_FD.pdf	6/27/2023 10:49:20 AM

IMPORTANTE TOMAR EN CONSIDERACIÓN LO SIGUIENTE:

La asignación de número de gestión no implica el cumplimiento de los requisitos del trámite, los cuales serán verificados por la persona funcionaria que atienda el mismo.

https://portal.setena.go.cr/correspondencia/Print?id=MAA2ADIAOQA2AC0AMgAwADIAMwA%3D 1/2



BANCO NACIONAL DE COSTA RICA • OFICINA PRINCIPAL • CUSTODIA Y ADMINISTRACIÓN DE VALORES S.P.R.L.

206165
03/02/2023

ENTRADA DE VALOR
CV 7297 MINAET-SECRETARIA TECN. NAC. AMBIEN. (SETENA
Apartado Postal:5266-1000
Barrio: SAN JOSE
B. Escalante de la igle. Sta Teresita 300N y 150E

CNA OTROS VALORES
CVONAL#637 ADENDUM BANCO BCT, DOLARES

No. Valor	Monto	Mon	NIP	Tasa	F.Emision	F.Vencimiento	Descripcion
180008695-C3	45,454.00	D	N	0.0000		01/02/2024	EXP 788-2004-SETENA PROYECT GEOTERMICO LAS PAILAS DESARROLLADOR INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICI 4-000-042139

Total: 25,356,056.00 Inc: 45,454.00 Dolares Al 557.00 Valores : 1

SE REC DE ICE ID 4-000-042139 GARANTIA DE CUMPLIMIENTO SETENA EXP 788-2004 PROYECTO GEOTERMICO LAS PAILAS.
VIGENCIA 01-02-2023 AL 01-02-2024 DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE QUIEN ASUME EL ORDEN DE SETENA.

BANCO NACIONAL DE COSTA RICA
ZONA COMERCIAL CENTRAL
Christian E. Quesada Prendas
EMPL. 17270
CUSTODIA Y ADMIN. DE VALORES OR.

BANCO NACIONAL DE COSTA RICA
ZONA COMERCIAL CENTRAL
Marvin Hernández Ramos
EMPL. 7497
CUSTODIA Y ADMIN. DE VALORES

Pagina 1

Figura 2 Presentación y comprobante de pago de Garantía Ambiental Las Pailas 2023-2024

II. Ubicación del Proyecto

La Planta Geotérmica Las Pailas se ubica 9 km al noreste de Curubandé de Liberia, provincia de Guanacaste, en la hoja cartográfica 3148 III Curubandé del Instituto Geográfica Nacional (IGN), en las coordenadas 1 190 200 m FN / 353 000 m FE (Proyección CRTM05) (Figura 3).

La Planta está conformada por dos unidades denominadas Pailas I y Pailas II. La primera de ellas con una capacidad instalada de 35 MW entró en operación el 24 de junio del 2011 (Figura 4). Pailas II alcanza 55 MW, e inició el 23 de julio del 2019 (Figura 5), para un total de 90 MW de energía renovable, que viene a fortalecer la matriz eléctrica del país.

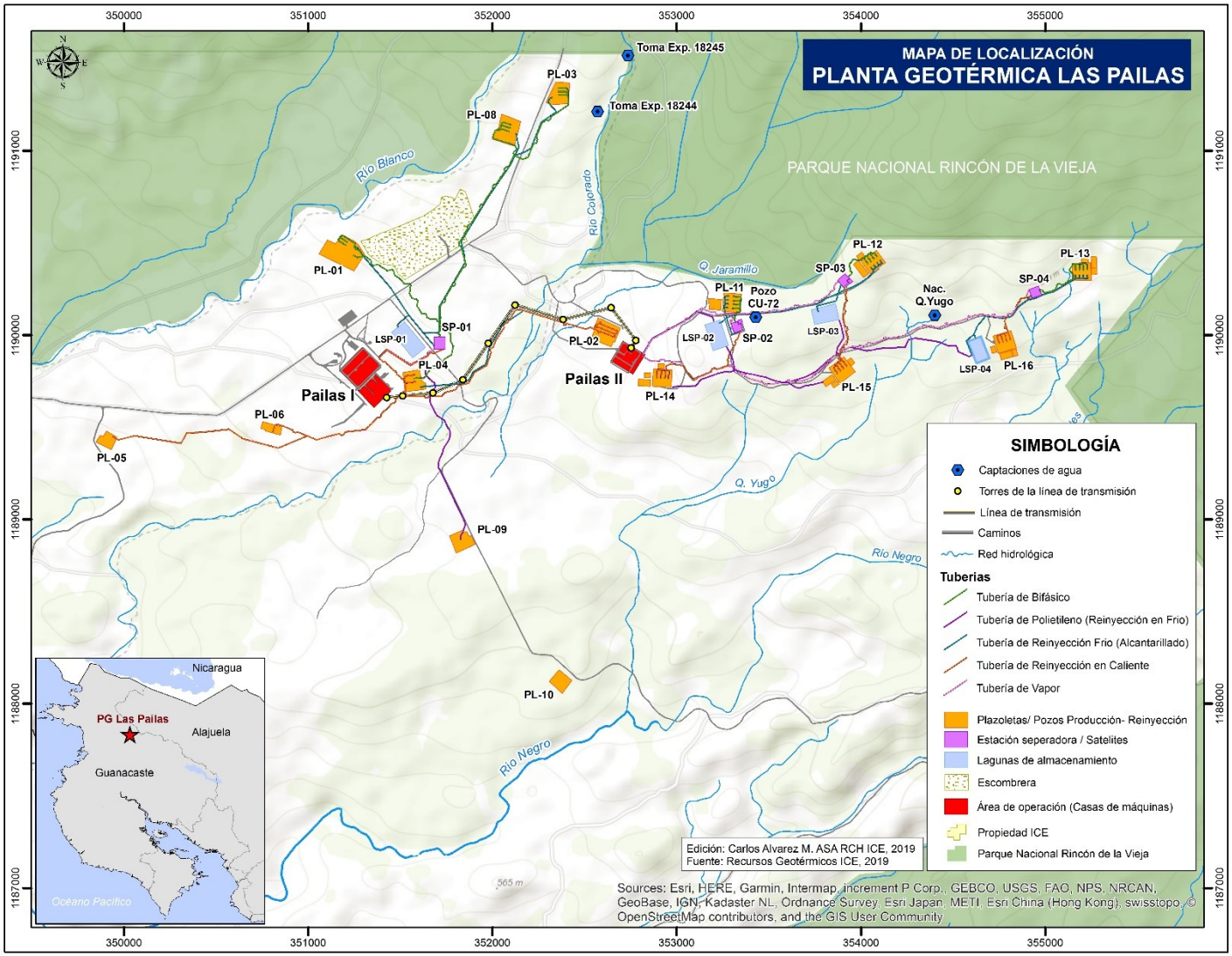


Figura 3. Mapa de localización Planta Geotérmica Las Pailas

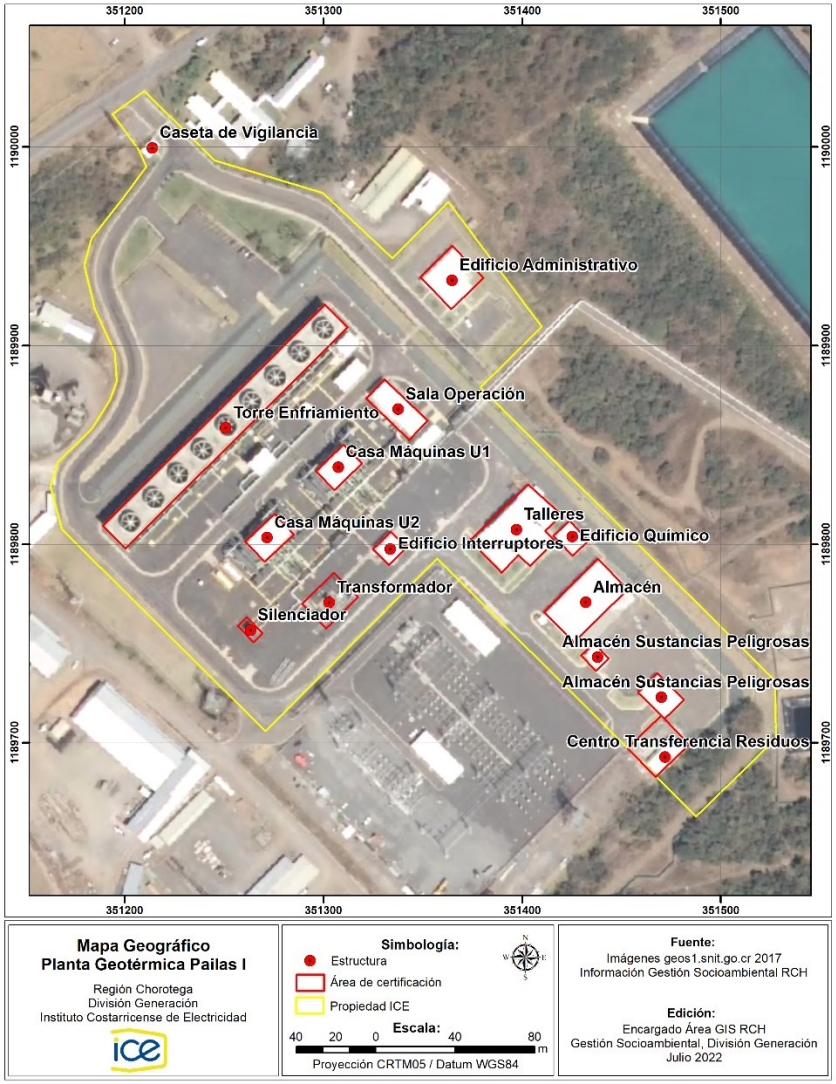


Figura 4 Mapa de localización de la Planta Geotérmica Las Pailas Unidad I

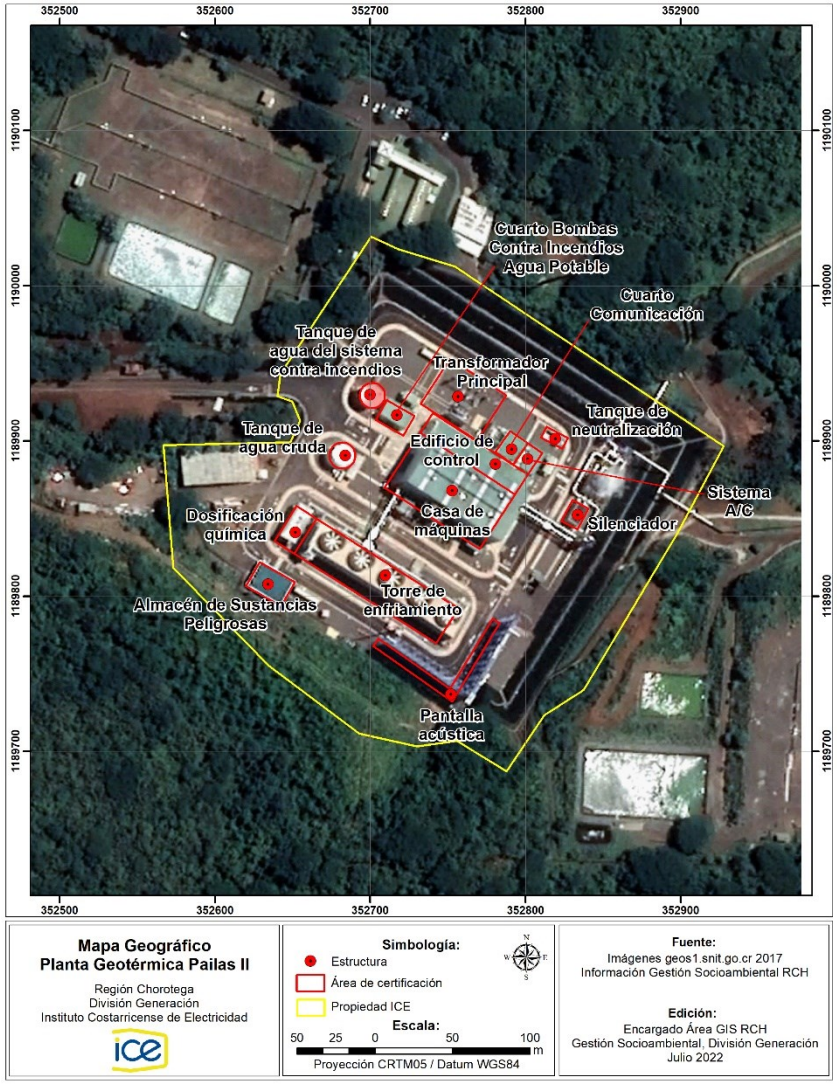


Figura 5 Mapa de localización de la Planta Geotérmica Las Pailas Unidad II

III. Objetivo de las visitas de monitoreo y seguimiento ambiental

Las visitas de monitoreo y seguimiento ambiental tienen el objetivo de verificar el cumplimiento de los compromisos adquiridos en el Plan de Gestión Ambiental del Proyecto en la etapa operativa de la Planta y el campo geotérmico.

El seguimiento y control ambiental es realizado por el regente ambiental con la integración de la información generada por el equipo de Gestión Ambiental de Fuentes Geotérmicas, Gestión Ambiental del Centro de Servicio Construcción (CS CON) de la Dirección Gestión de Servicios No Regulados (anteriormente Ingeniería y Construcción), y la División Generación (DG), en correspondencia a la operación de la Planta.

IV. Seguimiento del Plan de Gestión Ambiental y Registro Fotográfico

1. PGP-01: Movilización de vehículos, equipos y maquinaria (Contaminación del aire, suelo y agua producto de la emisión de gases y derrame de hidrocarburos)

El ICE cuenta con un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos, maquinaria y equipos, el cual, genera reportes de averías (mantenimiento correctivo) y reportes de mantenimiento preventivos que permiten programar y asegurar el buen funcionamiento asociado a los diferentes sistemas, mediante un factor de tiempo o kilometraje.

La flota vehicular, tanto de Fuentes Geotérmicas, como de Planta cuenta Revisión Técnica Vehicular y Marchamo al día. La siguiente figura son ejemplos de los derechos de circulación de los vehículos 103 004812 y 103 004514, utilizados en procesos asociados a la Operación y Mantenimiento del Campo Geotérmico Las Pailas.

Figura 6. Ejemplos de Revisión técnica vehicular y marchamo en vehículos institucionales

En la Figura 7 se presenta el mantenimiento de vehículos asociados a la operación de Planta durante el primer semestre del 2023.

Equipo	Campo de clasificación	Aviso	Fecha	Descripción
2002311	6339	6068234	26.01.2023	CAMBIO DE BATERIA 6339
2002311		6070897	21.03.2023	SOLICITUD DE LLANTAS
2002311		6071269	29.03.2023	CAMBIOS DE LLANTAS
2002311		6072163	11.05.2023	REPARACION DE A/C
2002311		6074394	10.06.2023	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO
2002311		7106877	19.01.2023	AJUSTE DE BOCINAS DELANTERAS
2002311		7106880	19.01.2023	ALINEADO Y TRAMADO
2002311		7111467	30.03.2023	CAMBIO DE LLANTAS
2002311		7111851	13.04.2023	REPARACION DE FRENOS
2002311		7115135	29.05.2023	ACEITE RELLENO
2002311		7115775	07.06.2023	CAMBIO DE ACEITE
2003484	8046	6074174	23.06.2023	Carroceria y A/C
2003484		7108431	14.02.2023	ESCOBILLAS
2003484		7108819	21.02.2023	ALINEADO
2003484		7108852	21.02.2023	MR Mitsubishi 4D34
2004743	8991	6069858	14.04.2023	SISTEMA DE SUSPENSION
2004743		6073450	19.05.2023	REPARACIÓN MECANICA
2004743		6074832	21.06.2023	SOLICITUD DE LLANTAS
2002311	6339	7115775	07.06.2023	CAMBIO DE ACEITE
2003484	8046	6074174	23.06.2023	Carroceria y A/C
2003484		7108431	14.02.2023	ESCOBILLAS
2003484		7108819	21.02.2023	ALINEADO
2003484		7108852	21.02.2023	MR Mitsubishi 4D34
2004743	8991	6069858	14.04.2023	SISTEMA DE SUSPENSION
2004743		6073450	19.05.2023	REPARACIÓN MECANICA
2004743		6074832	21.06.2023	SOLICITUD DE LLANTAS
2004743		7108829	21.02.2023	ROTACION TRAMADO BALANCEO
2004743		7108855	21.02.2023	MR Isuzu D-MAX RBA 4JK-TC-HI
2004743		7109110	24.02.2023	CAMBIO DE TRANSMISIONES
2004743		7112013	17.04.2023	CAMBIO DE LLANTAS
2004743		7115416	02.06.2023	CAMBIO DE ACEITE
2004743		7117278	23.06.2023	CAMBIO DE LLANTAS
2004744	8992	6074179	06.06.2023	LLANTAS PARA VEHICULO
2004744		7107228	25.01.2023	MR Isuzu D-MAX RBA 4JK-TC-HI
2004744		7116827	20.06.2023	MR Isuzu D-MAX RBA 4JK-TC-HI
2004744		7116965	21.06.2023	ROTACION DE LLANTAS Y BALANCEO

Figura 7 Mantenimiento de vehículos asociados a Planta durante el primer semestre del 2023

La maquinaria, equipo o vehículos que presenten fugas de aceites, combustibles, ruptura en los sistemas de escape y desperfectos en los sistemas catalizadores, son retirados de operación para su reparación.

Figura 8. Mantenimiento de equipos y maquinaria en taller institucional

2. PGP-02: Manejo y disposición de residuos sólidos

Los residuos generados se disponen temporalmente en recipientes rotulados, con tapa, y con el color correspondiente para su clasificación por tipo de residuo.

Figura 9 Ejemplos de Áreas de acopio temporal de residuos en instalaciones

Los residuos valorizables de Fuentes Geotérmicos se trasladan al centro de trasferencia de residuos del Centro de Servicios Recursos Geotérmicos Miravalles ubicado en Fortuna de Bagaces. En Planta, los residuos son trasladados al Centro de Transferencia de Residuos ubicado en el sector de Pailas I. Los residuos no reciclables se transportan a los contenedores a las afueras de planta para su recolección por parte de la Municipalidad de Liberia. En la Figura 10 se muestran las instalaciones de los Centros de Transferencia de Residuos del Campo Geotérmico y Planta.

Figura 10 Centros de transferencia de Residuos del Campo Geotérmico (izq) y Planta (der)

En el informe de regencia anterior no se indicaron los registros de gestión de residuos de Fuentes Geotérmicas de los últimos meses del 2022, esto porque aún no se habían recibido los certificados en el momento de presentación del informe. A continuación, se muestran los certificados de gestión de residuos.

CERTIFICADO DE GESTION DE RESIDUOS

geep

Global Electric Electronic Processing

GEEP COSTA RICA CERTIFICA QUE LA EMPRESA:

Plantel Proyecto Geotérmico Miravalles

S-1339-22

Ha gestionado la cantidad total de
67.520 kilogramos de residuos detallados a continuación:

Contenedor	peso neto (kg)
MSKU9917378	17,840.00
MRKU2044017	24,940.00
MRSU5670110	24,740.00
	67,520.00

Es obligación de toda empresa generador de residuos, utilizar únicamente gestores autorizados para la disposición de estos. Lo anterior según lo dispuesto en el Articulo #38 Obligaciones de los Generadores, de la Ley 8839 para la Gestión Integral de Residuos.
Gestor Autorizado de Residuos No RGA-014-2013.

FECHA DE EMISION 14 DE DICIEMBRE DEL 2022

Hazel Mayis Salguero
Account Manager

Alexander Arce Rubí
GERENTE DE NEGOCIOS

Tel. 2201-9595 www.geepglobal.com Fax. 2201-8990

Ley 8839

CONSECUTIVO
1312-2022

AGREP FORESTAL S.A.

CERTIFICADO DE RECOLECCIÓN

AGREP FORESTAL S.A.
HACE CONSTAR QUE EN EL PROYECTO DEL ICE:
CSRG Miravalles.

Ha retirado por medio del convenio ICE-GEEP Costa Rica SLR,
los siguientes residuos:

Material Retirado	Peso (kg)	Fecha de Retiro	Número de Segrega
Proceso Constructivo	40450	25/30-11-2022-02/12/2022	1312

A esta madera se le practican diversos procesos en nuestras instalaciones industriales para producir pellets y otros combustibles biomásicos de alta calidad. Dichos combustibles son utilizados por industrias locales como sustitutos de combustibles fósiles, principalmente búnker y coque de petróleo.

Dado en el cantón de San Carlos en Diciembre 2022.

CCF
CAMARA COSTARRICENSE FORESTAL

Gerente: Juan Saumo Rossi

AGREP FORESTAL S.A.

Certificado de Registro Gestor Autorizado en Gestión de Residuos
DPAH-UASSAH-RGA-097-2019

Comunicados externo Maquila H&O
San Rafael de Alajuela
CÓDIGO: R-14-2022
Versión: 03

CONSECUTIVO: CE-226-2022

ESTE CERTIFICADO GARANTIZA A:

SEGREGA 1305

Plantel Miravalles (CSRG) – Noviembre, 2022

Que se recolectaron, 227,34 kg de papel, 186,72 kg de plástico, 396,48 kg de vidrio, 1129,16 kg de cartón, 19,7 kg de aluminio; los cuáles fueron, almacenados y gestionada la adecuada disposición final del mismo de acuerdo con la legislación nacional.

Recicladora y Maquila HyO asume toda responsabilidad ambiental y legal por la correcta disposición de estos equipos, liberando de todo compromiso al propietario de este certificado, además de asegurarle el cumplimiento con lo establecido en el decreto No 37567-S-MINAET-H

Recicladora y Maquila HyO: Cédula Jurídica 3101682677

Permiso de funcionamiento: No CN-ARS-A2--1208-2016 Gestor de Residuos: DPAH-UASSAH-RGA-110-2014, Dirección: 50 Metros sur del matadero de Pipasa.

INTECO

Maquila H&O Gestión Ambiental

CERTIFICADO ECOLÓGICO

Figura 11 Certificados de gestión de residuos de Fuentes Geotérmicas 2022

Durante el 2023, en el campo geotérmico se registraron 22 325 Kg de residuos, entre ellos, el 48% corresponde a residuos peligrosos, 31% de ordinarios, 20% de no peligrosos y 0.48% de manejo especial.

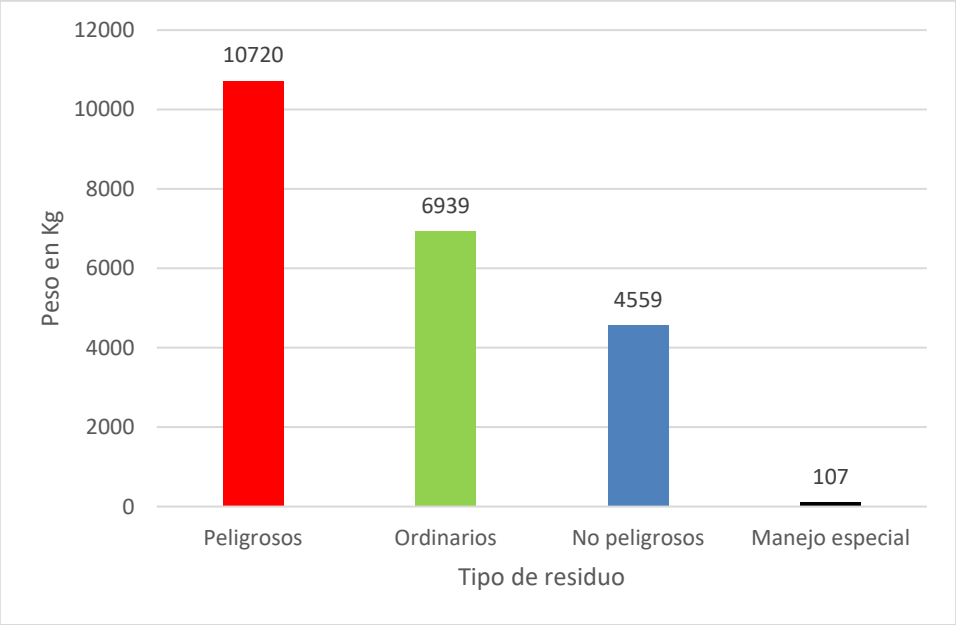


Figura 12 Residuos registrados en el campo geotérmico durante el 2023

En Planta se registraron 3 604 Kg de residuos durante el 2023, clasificados según se indica en el siguiente gráfico. Los residuos peligrosos corresponden al 57%, seguido por metálicos con el 23%, 12% de ordinarios y 8% de especiales.

A la fecha de presentación de este informe no se han recibido los certificados de gestión de residuos del primer semestre del 2023, por lo que se presentarán en el próximo informe de regencia.

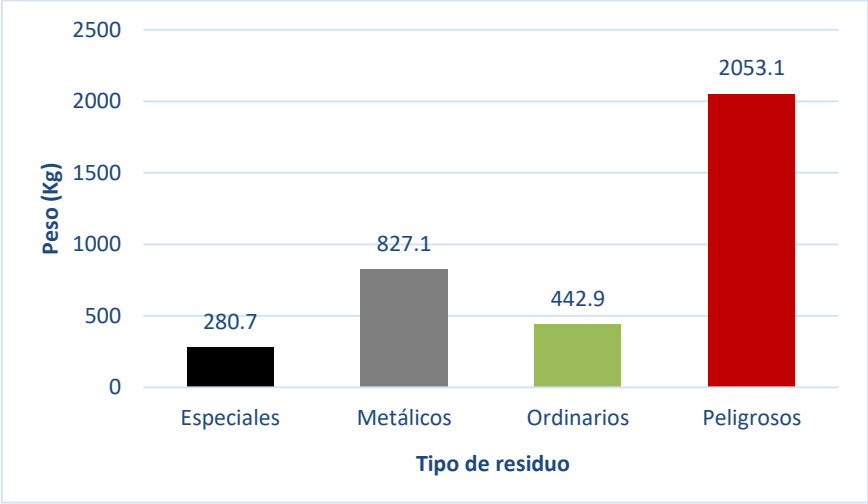


Figura 13 Residuos registrados en Planta durante el 2023

Anualmente el personal del Centro de Servicio Recursos Geotérmicos y Planta es capacitado mediante charlas y actividades sobre el manejo integral de residuos. Para este periodo se incluyen algunas actividades con dicha temática en la programación.

La Figura 14 expone las listas de asistencia a charlas sobre temas ambientales impartidas a personal de Planta durante el periodo.

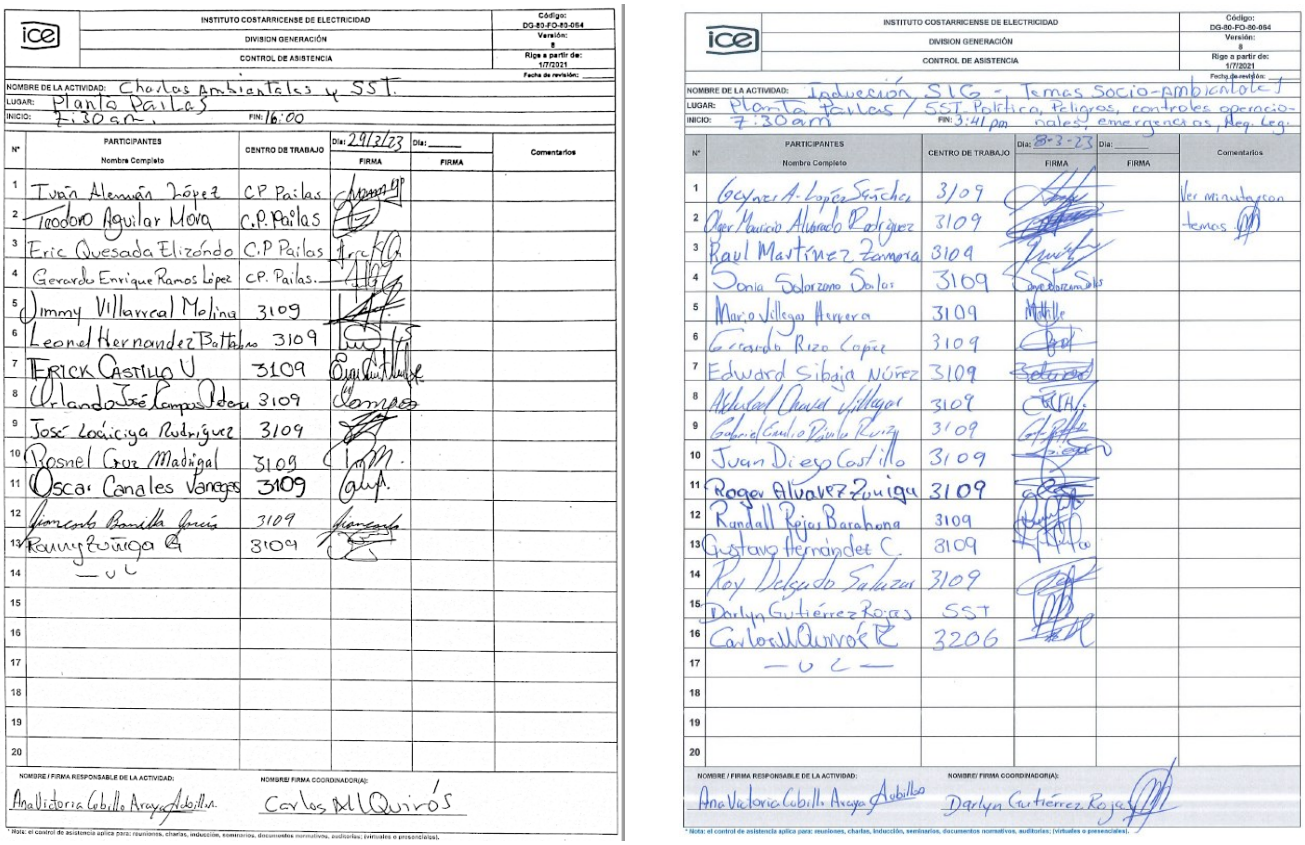


Figura 14 Listas de asistencia a charlas sobre temas ambientales y SST al personal de Planta

3. PGP-03: Manejo y disposición de residuos líquidos

En Planta se cuenta con talleres mecánicos para dar soporte y mantenimiento de equipos electromecánicos e hidráulicos, los cuales tienen sitios para el lavado de los equipos y piezas, y disponibilidad de kits para la limpieza y tratamiento en caso de derrames de sustancias peligrosas.

Si se contempla mucho volumen de agua en las pilas de lavado, se dispone de tanquetas para la separación. Se está en el análisis de un proyecto de filtración especial fijo que permita neutralizar sustancias peligrosas. Esto a partir de la desincorporación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

Los almacenes están confinados y dirigen posibles derrames a un tanque de neutralización, a los cuales se les da mantenimiento como parte de las rutas de inspección de Planta.

Figura 15 Almacenes de sustancias peligrosas en las Unidades de Pailas I y II

Fuentes Geotérmicas cuenta con talleres para dar mantenimiento y realizar reparaciones de la maquinaria y/o vehículos. Dichas labores se realizan en instalaciones designadas para este fin, y cuentan con canales perimetrales y trampas de aceite, en caso de que ocurran derrames dentro de las instalaciones.

A los talleres se les realiza inspecciones ambientales mensualmente y se les brindan recomendaciones a los encargados, para su atención.

4. PGP-04: Manejo de aguas residuales ordinarias

De acuerdo con los informes de los monitoreos de laboratorios realizados en marzo de aguas residuales (Figura 16); las condiciones son normales de acuerdo con la capacidad de los tanques sépticos de planta.

De acuerdo con el reporte operacional de la PTAR, con referencia a las pruebas realizadas en marzo, ya no se tiene ningún flujo de agua a la planta de tratamiento de aguas residuales, ya que estas aguas ahora van a un tanque séptico. El valor promedio del pH del sedimentador era de 6.94 con cero solidos sedimentables y una temperatura de 24.65 °C.

Durante el periodo, en la PTAR se ha estado trasegando las aguas restantes del tanque homogeneizador, reactor y sedimentador para dejar las fosas vacías de aguas residuales. Los lodos secos del lecho de secado van a un relleno sanitario.

Análisis Ambiental LABORATORIO

PRT 011 R-03
Versión 08
Página 1 de 3

UNIVERSIDAD NACIONAL COSTA RICA

UNIVERSIDAD NACIONAL
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
REPORTE DE RESULTADOS

ECA. Laboratorio de Ensayo Alcance de Acreditación N° LE-024 Acreditado a partir de: 2005.10.10 Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. Reporte: AG-264-2023

Datos del Cliente:

[b]Nombre del Cliente:	ICE Región Chorotega, PG Pailas 1 y 2, III Campaña	**Muestreado por:**	Francisco Quesada E.
[b]Dirección del Cliente:	Guanacaste, Liberia, Curubandé	**Procedimiento de muestreo:**	PRT-012 Procedimiento de muestreo de aguas y aguas residuales
[b]Actividad:	-	**Plan de muestreo:**	PRT-012 R-01 Consecutivo: AG-264-2023
[b]Teléfono del cliente:	2000-3278	**Fecha de muestreo:**	13 de marzo de 2023
Tipo de Muestra:	Residual simple	**Fecha de ingreso:**	14 de marzo de 2023
Solicitud de servicio:	AG-264-2023	**Fecha de emisión:**	28 de marzo de 2023

Notas:

1. Las muestras analizadas referentes al presente reporte se mantendrán en custodia por un período mínimo de 8 días calendario una vez emitido el reporte, siempre y cuando no se hayan ejecutado análisis destructivos de la muestra. Después de este tiempo se procederán a desechar.
2. El Laboratorio de Análisis Ambiental cuenta con permiso sanitario de funcionamiento bajo el registro No. 1824-2020, fecha de vencimiento 11 de noviembre de 2025.
3. No se permite la reproducción parcial, excepto íntegramente de este documento sin la autorización por escrito del órgano que lo emite. Este documento solo tiene validez en su forma íntegra y original.
4. Las condiciones del laboratorio a las cuáles se llevan a cabo los ensayos son: temperatura entre (18-25) °C y humedad relativa menor al 80 %.
5. El presente Reporte de Resultados abarca solamente las mediciones realizadas en el momento y con las condiciones ambientales del muestreo y no puede hacerse extensivo a otras situaciones.
6. En el presente informe de resultados toda la información que se encuentre con el superíndice "a" son los ensayos realizados in-situ y con el superíndice "b" es la información suministrada por el prestador, por lo tanto, el Laboratorio de Análisis Ambiental no se hace responsable de la información suministrada por el prestador.
7. Las muestras N°03 y N°04 se tomaron del agua remanente que ingresó por última vez en diciembre 2022, pero la PTAR ya no tiene ingreso de agua, solo se está terminando de secar.

Análisis Ambiental LABORATORIO

PRT 011 R-03
Versión 08
Página 2 de 3

UNIVERSIDAD NACIONAL COSTA RICA

UNIVERSIDAD NACIONAL
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
REPORTE DE RESULTADOS

ECA. Laboratorio de Ensayo Alcance de Acreditación N° LE-024 Acreditado a partir de: 2005.10.10 Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. Reporte: AG-264-2023

Resultados de análisis físico-químicos de las muestras de agua:

Análisis	Unidades	Muestra Nº 01	Muestra Nº 02	Muestra Nº 03	Muestra Nº 04	Límite Máximo Admisible[1]
*pH (25 °C)[a]	-	3,570 ± 0,085	7,250 ± 0,085	7,960 ± 0,085	7,020 ± 0,085	5-9
*DBO	mg/l	2,60 ± 0,80	2,40 ± 0,80	5,30 ± 0,90	5,20 ± 0,90	50
*DQO	mg/l	nd	nd	57,09 ± 0,51	18,44 ± 0,54	150
*Solidos sedimentables	ml/l	nd	nd	1,30 ± 0,29	< 0,29	1
*Solidos suspendidos totales	mg/l	nd	nd	115 ± 15	48,2 ± 6,3	50
*SAAM	mg/l	d	d	d	d	5
*Grasas y Aceites	mg/l	nd	nd	nd	nd	30
*Temperatura[a]	°C	27,30 ± 0,46	27,20 ± 0,46	29,10 ± 0,46	25,60 ± 0,46	15-40
**Oxígeno disuelto[a]	mg/l	6,230 ± 0,010	7,550 ± 0,010	7,840 ± 0,010	2,370 ± 0,010	-
**Porcentaje de saturación[a]	%	84,9 ± 8,5	102 ± 10	103 ± 10	31,0 ± 3,1	-

d= detectable (valores entre límite de detección y límite de cuantificación)
nd= no detectable (valores menores al límite de detección)
Los análisis son realizados en las instalaciones del laboratorio, lo que presenta el superíndice "a" son realizados *in-situ*
"La incertidumbre de la medición se determina para un factor de cobertura k = 2 correspondiente a un nivel de confianza aproximadamente del 95 %".
[1]Según el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales Nº 33601, creada el versión 5 del 21/01/2021.
*Ensayos acreditados bajo la norma ISO 17025:2017, Alcance LE-024, más información en el sitio web www.eca.or.cr
**Ensayos no acreditados

[b]Descripción de las muestras:

Muestra N°01: Muestra tomada en Pailas II: Tanque de aguas condensadas, a las 14:15 horas.

Muestra N°02: Muestra tomada en Pailas II: Tanque de neutralización, a las 14:25 horas.

Muestra N°03: Muestra tomada en Pailas I: Entrada a planta de tratamiento de aguas residuales, a las 15:00 horas.

Muestra N°04: Muestra tomada en Pailas I: Salida de planta de tratamiento de aguas, a las 15:10 horas.

En la descripción de la muestra la información como las horas y las coordenadas geográficas son tomadas por el Laboratorio de Análisis Ambiental.

Métodos de Análisis Ejecutados:

Analito	Método	Referencia	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Fecha de análisis
pH (25 °C)	PMA-010	SM 4500-H+ B	-	Ámbito: (0 a 14) unidades de pH	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno	PMA-005	SM 5210 B	0,010 mg/l	2 mg/l	16/03/2023
Demanda Química de Oxígeno (total y soluble)	PMA-014	SM 5220 D	6,3 mg/l	19,4 mg/l	17/03/2023

Análisis Ambiental LABORATORIO

PRT 011 R-03
Versión 08
Página 3 de 3

UNIVERSIDAD NACIONAL COSTA RICA

UNIVERSIDAD NACIONAL
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
REPORTE DE RESULTADOS

ilac-MRA ECA. ENTE COSTARRICENSE DE ACREDITACIÓN
Laboratorio de Ensayo
Alcance de Acreditación Nº LE-024
Acreditado a partir de: 2005.10.10
De manera indefinida Art. 11, Decreto ejecutivo 35522 y sus modificaciones
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. Reporte: AG-264-2023

Analito	Método	Referencia	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Fecha de análisis
Sólidos Suspendidos Totales	PMA-019	SM 2540 D	3,4 mg/l	6,0 mg/l	17/03/2023
Sólidos Sedimentables	PMA-020	SM 2540 F	NA	0,1 ml/l	16/03/2023
Grasas y aceites	PMA-021	SM 5520 B	2,9 mg/l	5,0 mg/l	20/03/2023
Sustancias Activas al Azul de Metileno	PMA-028	SM 5540 C	0,2 mg/l	0,4 mg/l	15/03/2023
Temperatura	PMA-018	SM 2550	-	(4 a 50) °C	-
Oxígeno disuelto	PMA-040	SM 4500 O-C G	NA	NA	-

REFRENDO COLEGIO DE QUÍMICOS DE COSTA RICA
El Colegio de Químicos de Costa Rica hace constar que Victor Hugo Beita Guerrero es miembro activo de este Colegio bajo el N.I.: 2735
LOYDA RUTH ARIAS RODRIGUEZ (FIRMA) Firmado digitalmente por LOYDA RUTH ARIAS RODRIGUEZ (FIRMA) Fecha: 2023.03.29 09:53:37 -06'00'
Firma funcionario Colegio Químicos

VICTOR HUGO BEITA GUERRERO (FIRMA) Firmado digitalmente por VICTOR HUGO BEITA GUERRERO (FIRMA) Fecha: 2023.03.28 16:28:39 -06'00'

Msc. Víctor Hugo Beita Guerrero
Químico NI 2735
Director General

Colegio de Químicos de Costa Rica — Químico Industrial Víctor H. Beita Guerrero N.I. 2735

---------- **Última Línea del Reporte de Resultados AG-264-2023**----------

Figura 16 Reporte de laboratorio de aguas residuales de Pailas en marzo

Figura 17 Fosas de la PTAR secas y libres de aguas residuales

En abril se realizaron pruebas de tinte en pilas de lavado, lavatorios, inodoros, y fregaderos de los edificios y talleres de Pailas Unidad I, con el objetivo de comprobar la distribución de las aguas residuales y llegada a los tanques sépticos correspondientes, una vez desincorporada la PTAR.

Aplicacción de tinte rojo en pila de taller Pailas I

Verificación de tinte en caja de registro

Verificación de llegada de tintes en tanque septico de IC Verificación de llegada de tintes en tanque septico de Planta

Figura 18 Pruebas de tinte en fuente de aguas residuales en Planta Pailas I

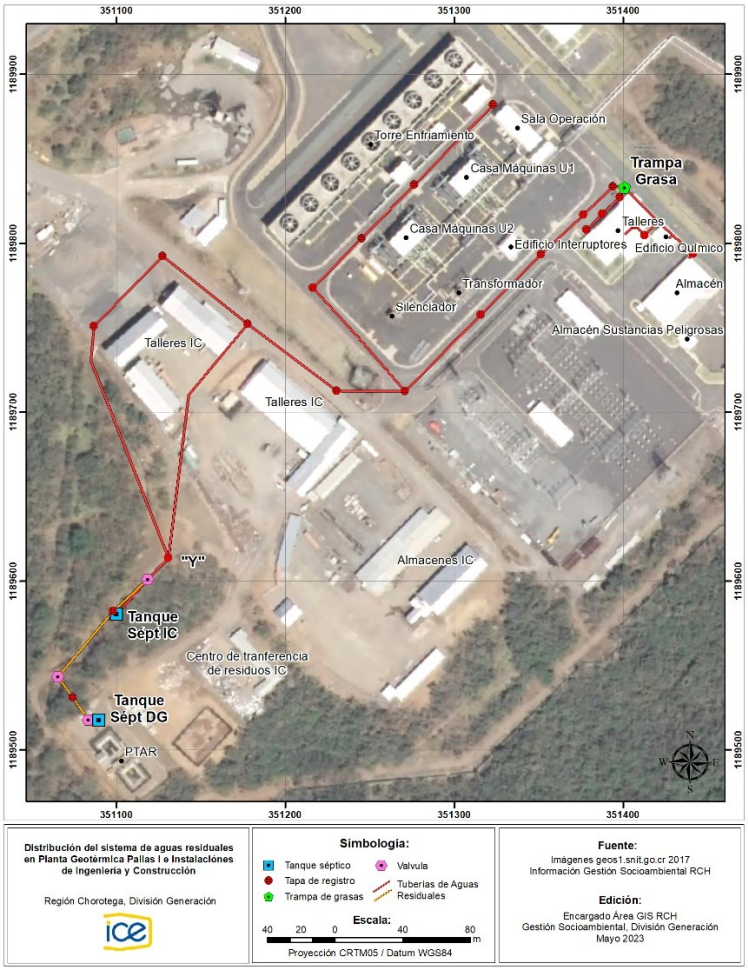


Figura 19 Mapa de distribución de aguas residuales en Pailas I

Como parte de los resultados, se logra verificar que el sistema de aguas residuales de Planta está ingresando al nuevo tanque séptico. No se detectó ingreso a las fosas de la PTAR, por lo que se procede a retirar los equipos mecánicos de la PTAR, relleno de las fosas y hacer el cierre oficial con el Ministerio de Salud.

Figura 20 Retiro de todos los equipos, cables, paneles eléctricos, techos, barandas, y tuberías a las que se les dará un segundo uso

Figura 21 Relleno concluido de las fosas de la PTAR

Importante mantener un programa de mantenimiento y monitoreo de las cajas de registro y tanques sépticos, mantener la limpieza continua de la trampa de grasa contigua a los talleres de Planta, además de identificar y pintar según norma las tapas de las cajas de registro del sistema de aguas residuales y pluviales.

En las instalaciones del Campo Geotérmico se da tratamiento a las aguas residuales ordinarias mediante tanque séptico. En los talleres se utilizan trampas para aguas oleaginosas para el manejo de aguas residuales especiales.

Figura 22. Trampas para aguas oleaginosas de talleres del CG Pailas.

5. PGP-05: Manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas

Los sitios utilizados para el almacenamiento de sustancias químicas peligrosas (almacenes, talleres, tanques de combustibles, soda caustica, tanque de pentano, entre otros) cuentan con diques para la contención de derrames, rotulados y con espacios separados de acuerdo con el tipo de sustancia que almacena (Figura 15 y Figura 23)

Figura 23 Áreas de almacenamiento para sustancias peligrosas en el CG Pailas

Se cuentan con bandejas de contención y kits para el control de derrames, para que, en caso de algún accidente por derrame, este sea tratado de inmediato en sitio y reportado al área de mantenimiento y regente ambiental. Asimismo, se dispone de las fichas de datos de seguridad de productos o sustancias peligrosas en los sitios de almacenamiento correspondientes.

Los canales de evacuación son monitoreados para evitar obstrucciones de materia orgánica u otro elemento que pueda impedir el paso de sustancias por algún derrame.

El abastecimiento de combustible a maquinaria y equipos se realiza mediante tanqueta diseñada para esta tarea (Figura 24).

Figura 24. Tanqueta y equipos dispensadores utilizados para el despacho de combustibles.

Anualmente se brindan charlas al personal sobre el manejo adecuado de derrames de sustancias peligrosas, peligros, controles operacionales, emergencias, reporte de incidentes y temas ambientales en general (Figura 14). En el Campo Geotérmico se capacitaron 36 colaboradores en el mes de febrero sobre temas de SST.

Se realizan rutas de inspección para verificar la eficacia de controles operacionales según se muestra en la Figura 25, en caso detectar fugas u otros hallazgos, se procede a realizar las acciones correctivas necesarias para garantizar la realización de actividades en armonía con el ambiente.

Figura 25. Inspecciones realizadas en áreas de proceso.

6. PGP-06: Consumo de agua (Agotamiento de agua)

Según se indicó en el punto PGP-05, en las rutas de inspección se revisa el estado de la rotulación utilizadas para promover el ahorro de agua y la detección de fugas en llaves de chorro y tuberías para evitar que se presente desperdicio de aguas en instalaciones y campo. En caso de identificar fugas o algún desperfecto, se reportan al área civil para su debida reparación.

Figura 26. Ayudas visuales colocadas en sitio de consumo y verificadas en rutas de inspección.

En las instalaciones se lleva un registro del consumo de agua mediante lecturas mensuales al medidor, asimismo, se cuenta con algunos dispositivos para optimizar el consumo de agua en inodoros, grifería e hidrolavadoras, entre otros. La Figura 27 y Figura 28 presentan los registros de consumo de agua durante el primer semestre del 2023, tanto en el Campo Geotérmico como en Planta.

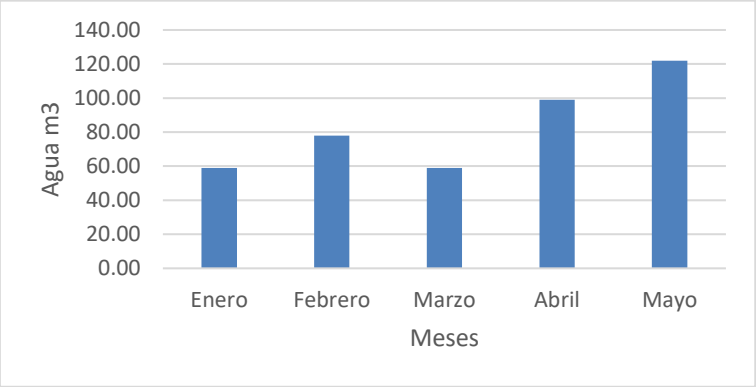


Figura 27. Registros de consumo de agua en CSRG durante el 2023

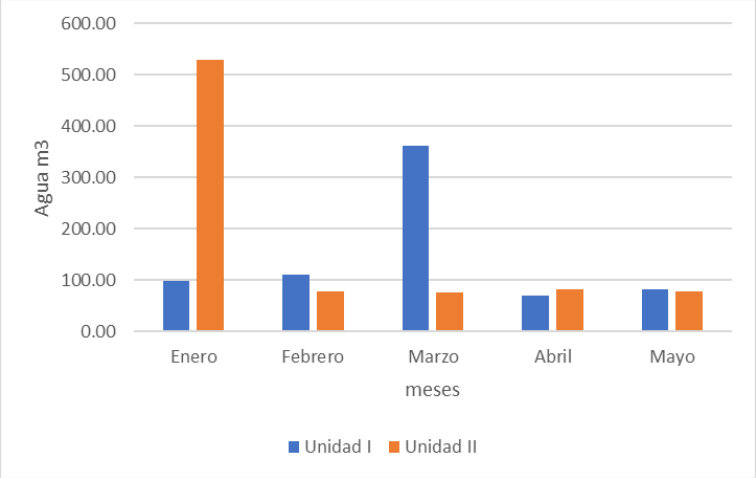


Figura 28 Registros de consumo de agua en Planta (Unidades I y II) durante el 2023

7. **PGP-07: Movilización de vehículos, equipos y maquinaria (Posibilidad de accidentes y afectación a fauna por movilización de vehículos)**

El ICE cuenta con el mecanismo de reporte de quejas, el cual se ha sensibilizado desde la etapa constructiva en las comunidades de influencia. El principal objetivo de este mecanismo es proporcionar un medio de comunicación directo entre las comunidades y el ICE mediante el correo electrónico infogeotermia@ice.go.cr y la línea telefónica gratuita 800-GEOTERMIA, asimismo, se cuenta con GPS instalados en toda la flota vehicular institucional. Para el periodo no se recibieron quejas.

8. **PGP-08: Labores de operación y mantenimiento del campo y planta geotérmica (Accidentes relacionados con el trabajo)**

En las distintas áreas de Planta y Campo Geotérmico se cuenta con extintores portátiles para el control de posibles conatos incendio, además, se dispone de equipos médicos para la atención de emergencia, duchas lava ojos y estabilización de pacientes.

En los sitios donde se desarrollan actividades que puedan provocar riesgos a la salud de los colaboradores se dispone de rotulación preventiva y se asigna el debido equipo de protección personal para evitar accidentabilidad.

Figura 29. Ejemplos de equipos para atención de emergencias disponibles en Planta y Campo Geotérmico

Anualmente se capacita al personal mediante charlas y talleres en temas de prevención sobre salud y seguridad en el trabajo, atención de emergencias: Protocolos de Salud y Seguridad en el Trabajo, Prevención y control de incendios forestales (ERI), Plan de acción en caso de emergencias ambientales (contingencias) y Amenazas naturales, entre otros. En operación y mantenimiento de Planta, las charlas de SST fueron incluidas previo a los mantenimientos de las unidades, y están contenidas en las charlas de SIG (Figura 14).

9. PGP-09: Operación del Campo y Planta geotérmica (Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta)

El personal de biología se encarga de la atención, rescate y reubicación de especímenes que en muchos casos representa un riesgo para la seguridad de los trabajadores. Para estas actividades se cuenta con el personal capacitado y equipo especializado.

Para concientizar y tener el apoyo por parte de todos los trabajadores para que reporten accidentes de fauna y fauna dentro de instalaciones, se brindan charlas, comunicados y capacitaciones donde se reitera la importancia de rescatar y reubicar los animales. Adicionalmente se brindan charlas sobre el impacto de la fauna en comunidades rurales, en las que se busca concientizar en temas como cacería ilegal y tenencia de fauna.

Figura 30. Charlas sobre fauna silvestre

En la figura anterior (derecha) se aprecia una de las charlas impartidas a personal institucional y centros educativos del área de influencia escuela de Curubandé donde se impartieron el tema del Reciclaje y el Papel de la Unidad de Biología en los Campos Geotérmicos.

En las plazoletas y accesos 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.

Relacionado al tema de alimentación, se cuenta con comedores acondicionados para que los trabajadores mantengan el orden, aseo y eviten consumir los alimentos en áreas abiertas o zonas verdes, de esta manera los residuos quedan en los separadores y no hay riesgo de que depositen las sobras en otros lugares.

Figura 31. Iluminación en caminos en Campo Geotérmico Las Pailas.

10. PGP-10: Presencia de infraestructura (El cambio en la naturaleza del paisaje debido a la inserción de obras)

El mantenimiento a las obras de infraestructura se realiza conservando estándares de acabados y tonos naturales que armonicen con el entorno, mantenimiento de zonas verdes y pantallas arbóreas y arbustivas. En la Figura 32 se muestra el sistema de tuberías y lagunas que considera los criterios para disminuir el efecto paisajístico que pueden generar las obras.

Figura 32. Paisajismo en sitios de obra

11. PGP-11: Operación y mantenimiento del Campo y Planta geotérmica (Generación de ruido por el funcionamiento del equipo electromecánico, mantenimientos y operación de Planta)

De acuerdo con la información de la Figura 33 se comprueba que los niveles de ruido no sobrepasan los 65 dBA, el cual se toma como referencia ya que la mayor cantidad de actividades en el proyecto se realizan en jornada diurna.

Descripcion_Sitio	Ruido_Min	Ruido_Prom	Ruido_Max	Ruido_MaxStd	RuidoLog
CURUBANDE	39	42	45	65	44
HOTEL HACIENDA GUACHIPELIN	33	39	50	65	40
HOTEL RINCÓN DE LA VIEJA LODGE	36	41	57	65	42
PARQUE NACIONAL RINCÓN DE LA VIEJA	33	38	53	65	39
SAN JORGE	32	35	53	65	37
SANTA MARÍA	31	34	56	65	37

Figura 33. Registros promedio de ruido en los diferentes sitios de monitoreo

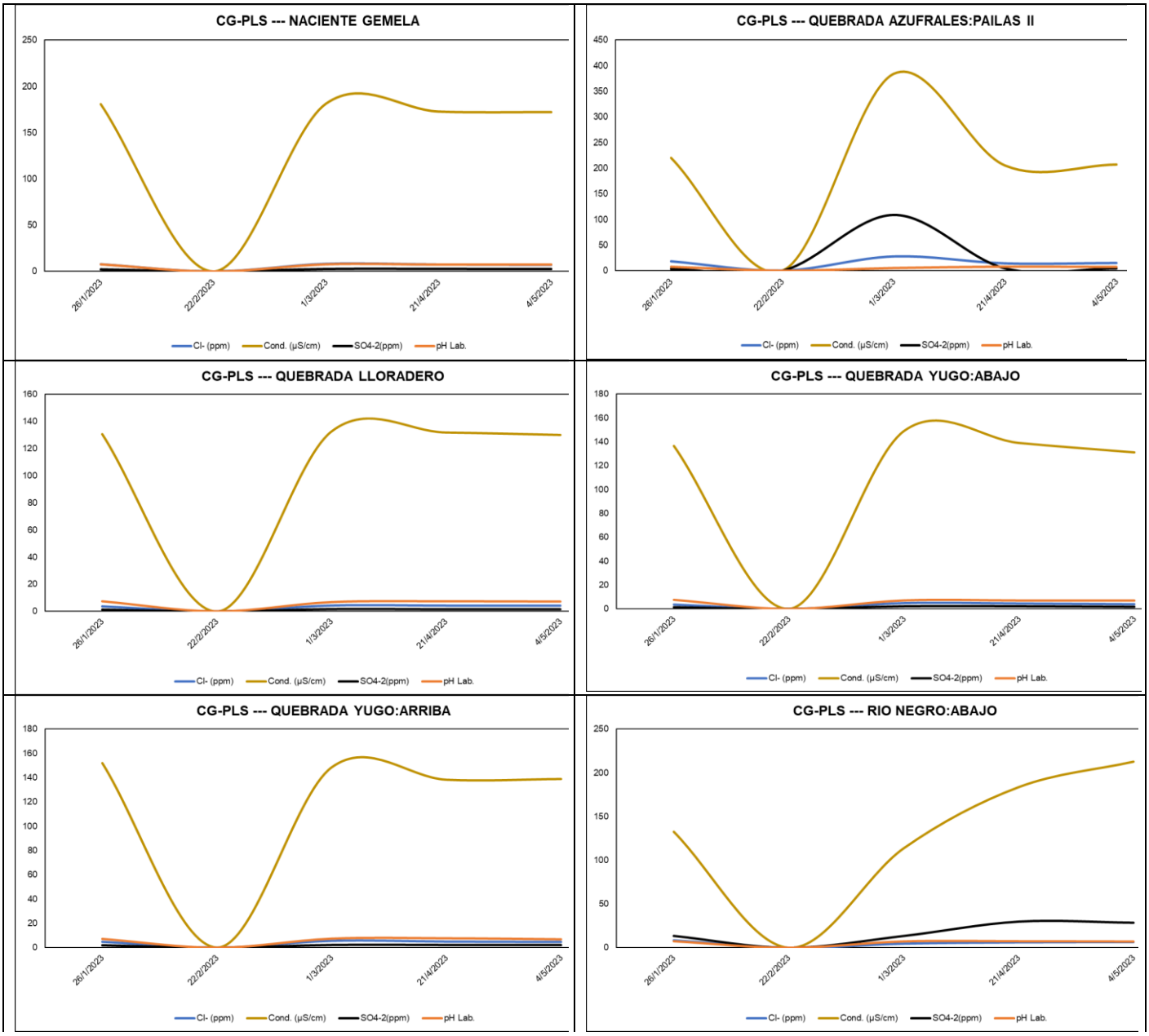
En Planta, por la operación normal de las turbinas, condensadores, torres de enfriamiento y equipos electromecánicos en general, los decibeles son altos. Por tanto, las unidades se encuentran confinadas en edificaciones especiales que aíslan el ruido, por lo que las puertas de ingreso principal deben estar cerradas cuando los sistemas estén operando (Figura 34). La Planta maneja un estricto lineamiento de uso de equipo de protección auditiva, tanto para los colaboradores como visitantes.

Figura 34 Estado de casas de máquinas cerradas para evitar salida de ruido en Planta

En la Unidad II se mantiene instalada una pantalla sónica para reducir la dispersión de ruido al área de influencia.

12. PGP-12: Operación del campo geotérmico (Contaminación del agua por fluidos geotérmicos)

Como parte de las rutas de inspección se realiza un monitoreo mensual del estado de los sistemas de impermeabilización de las lagunas y tuberías del campo geotérmico, para ello se detallarán los resultados obtenidos en la medida de control ambiental PGP-18. Por otra parte, se ejecuta un monitoreo mensual del pH, cloruros y conductividad de las aguas superficiales dentro del área del campo.



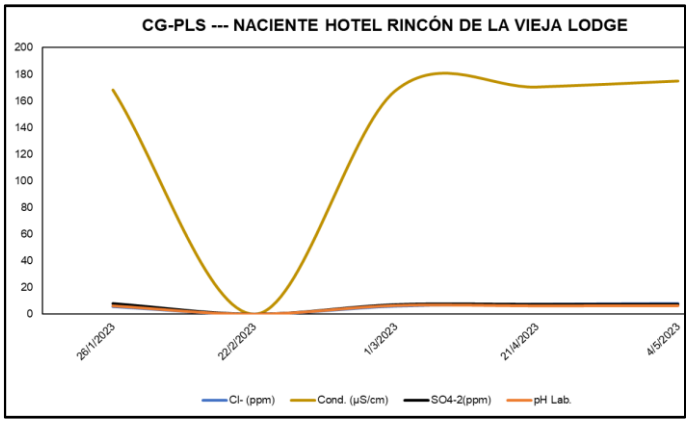


Figura 35. Registro sobre el monitoreo de aguas superficiales efectuados en el 2023

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

13. PGP-13: Operación del campo geotérmico (Alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial)

Mensualmente se realizan inspecciones para determinar el estado del sistema de evacuación pluvial del Campo Geotérmico Las Pailas.

En el 2023 se realizaron recorridos de inspección y mantenimiento periódico de sedimentadores para su correcto funcionamiento.

Figura 36. Limpieza de sedimentadores durante inspección de sistemas de evacuación pluvial. CGP, mayo y junio 2023.

14. PGP-14: Operación del campo geotérmico (Afectación de la fauna acuática por la contaminación del agua)

- **Monitoreo para Calidad de agua**

Se realiza el monitoreo de calidad de agua en los mismos seis sitios ubicados en cuerpos de agua en los cuales el Proyecto pueda tener algún tipo de efecto en estos sitios se toman muestras para realizar análisis fisicoquímicos (DBO y nitrógeno amoniacal, sólidos, nitratos, conductividad, entre otros), datos directos (pH, temperatura y oxígeno disuelto) y se realizan monitoreos de fauna acuática (peces y macroinvertebrados) como bioindicadores de calidad de cuerpos de agua.

- **Muestreo de macroinvertebrados acuáticos**

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

En la siguiente figura se observa el uso de la Red tipo D en una zona de rápidos, poca vegetación y rocas expuestas y piedras sumergidas.

El análisis de las muestras no se ha concluido, por lo tanto, queda pendiente y serán presentados en el siguiente informe de regencia. Para una mejor apreciación se presentarán los resultados 2022 y 2023.

Figura 37. Técnica utilizada para el monitoreo de macroinvertebrados, mayo 2023.

- **Toma de muestras de agua y mediciones de parámetros fisicoquímicos**

Como parte de las variables fisicoquímicas de calidad de agua se realizaron mediciones directas del pH y temperatura. Las mediciones se realizan de manera trimestral y se ilustran en la siguiente figura.

Figura 38. Medición de variables fisicoquímicas de análisis de calidad de agua. Mayo 2023.

El siguiente cuadro muestra los resultados de las mediciones directas y los resultados de laboratorio realizadas en febrero y mayo del 2023 en los seis sitios de monitoreo.

Cuadro 1. Resultados de los análisis fisicoquímicos para calidad de cuerpos de agua. Campo Geotérmico Las Pailas, febrero y mayo 2023.

Fecha	Sitio	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto	DBO	DQO	Nitrógeno amoniacal	Turbiedad
Febrero 2023	Qda. Yugo arriba	27.2	5.6	8.12	<2	<1	<0,015	<0,50
Febrero 2023	Qda. Yugo abajo	27.6	5.8	9.72	<2	<1	<0,015	<0,50
Febrero 2023	Río Colorado arriba	21	5.9	11.67	<2	<1	<0,015	<0,50
Febrero 2023	Río Colorado abajo	21.9	5.6	5.9	<2	<1	<0,015	<0,50
Febrero 2023	Río Negro arriba	22.3	6.2	5.67	<2	<1	<0,015	<0,50
Febrero 2023	Río Negro abajo	22.5	6.5	5.34	<2	<1	<0,015	<0,50
Mayo 2023	Qda. Yugo arriba	23.8	6.7	9.69	<2	<2	<0,015	<0,50
Mayo 2023	Qda. Yugo abajo	22.8	8.1	8.75	<2	<2	<0,015	<0,50
Mayo 2023	Río Colorado arriba	23.4	8.5	8.15	<2	<2	<0,015	<0,50
Mayo 2023	Río Colorado abajo	23.8	7.9	9.6	<2	<2	<0,015	<0,50
Mayo 2023	Río Negro arriba	25.6	7.4	7.76	<2	<2	<0,015	<0,50
Mayo 2023	Río Negro abajo	25.1	8	8.8	<2	<2	<0,015	<0,50

En el siguiente cuadro se muestran los resultados y la interpretación de la calidad del agua al aplicar el índice Holandés en los sitios de monitoreo, el cual refleja que los resultados de mayo muestran una mejoría en la calidad del agua en el Rio Negro. Se observa que en mayo predominan tres sitios sin contaminación (categoría azul).

Cuadro 2. Valores obtenidos de análisis fisicoquímico para calidad de cuerpos de agua. CGP, febrero y mayo 2023.

Fecha	Sitio	Suma Puntos	Calidad de agua	Color
Febrero 2023	Qda. Yugo arriba	4	Contaminación incipiente	
Febrero 2023	Qda. Yugo abajo	7	Contaminación moderada	
Febrero 2023	Río Colorado arriba	7	Contaminación moderada	
Febrero 2023	Río Colorado abajo	4	Contaminación incipiente	
Febrero 2023	Río Negro arriba	5	Contaminación incipiente	
Febrero 2023	Río Negro abajo	5	Contaminación incipiente	
Mayo 2023	Qda. Yugo arriba	4	Contaminación incipiente	
Mayo 2023	Qda. Yugo abajo	7	Contaminación moderada	
Mayo 2023	Río Colorado arriba	5	Contaminación incipiente	
Mayo 2023	Río Colorado abajo	3	Sin contaminación	
Mayo 2023	Río Negro arriba	3	Sin contaminación	
Mayo 2023	Río Negro abajo	3	Sin contaminación	

El monitoreo de peces se retomó en agosto del 2022, obteniendo tres especies *Gobiesox nudus, Rivulus isthmensis* y *Priapichtys annectens* (Figura 39).

Figura 39. Capturas de peces. CGP, I semestre 2023.

15. PGP-15: Emisión de gases no condensables H2S (Riesgo de cambios en la composición química de los suelos)

Para el 2024 (5 años posterior a la entrada en operación), se realizará un análisis químico del suelo, en un radio de 1 km alrededor de la Planta. En 5 sitios de muestreo / campaña de muestreo. Parámetros: pH en H2O, 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).

16. PGP-16: Plan de restauración y conservación (Restauración y conservación de ecosistemas boscosos)

Durante el presente periodo de informe no se remidieron 30 parcelas permanentes de muestreo en bosque.

En cuanto al inventario de flora, se continúa trabajando en el registro de especies florísticas en todo el campo geotérmico las cuales han sido integradas a la base de datos de composición florística, así como al registro fotográfico de las mismas. Hasta la fecha, mediante este proceso se han registrado un total de 624 especies florísticas, correspondientes a diferentes hábitats, principalmente árboles, hierbas, arbustos y bejucos-lianas.

Durante el periodo de informe, asociado al Campo Geotérmico Las Pailas, se gestionó la donación de 334 árboles correspondientes a especies nativas a ser plantadas en propiedades privadas asociadas al área de influencia del campo geotérmico.

Figura 40. Proceso de transporte y entrega de árboles de vivero forestal. Mayo, 2023.

Cuadro 3. Lista de especies de árboles donados durante el 2023.

Especie	Total	Especie	Total
Aguacatillo (*Ocotea* Spp.)	3	Guanacaste (*Enterolobium ciclocarpum*)	12
Almendro De Playa (*Terminalia catappa*)	12	Guayabón o Surá (Terminalia oblonga)	1
Almendro De Río (*Andira inermis*)	23	*Guayacán real (Guaiacum sanctum)*	17
Caña fistula (Cassia fistula)	18	*Jorco (Garcinia intermedia)*	3
Caoba (*Swietenia* Spp.)	16	Lorito (*Cojoba arborea*)	14
Cas (*Psidium friedrichsthalianum*)	14	Malinche (*Delonix regia*)	5
Cedro Amargo (*Cedrela odorata*)	20	Muñeco (*Cordia* Spp.)	5
Cenízaro (Samanea saman)	10	*Nance (Byrsonima crassifolia)*	7
Cirrí Amarillo (*Tapirira mexicana*)	3	Papaturro (*Coccoloba caracasana*)	3
Cocobolo (*Dalbergia retusa*)	26	Roble Sabana (*Tabebuia rosea*)	30
Cortez Amarillo (*Androanthus ochraceus*)	31	*Ron rón (Astroniun graveolens)*	16
Corteza Morado (*Androanthus impetiginosa*)	21	*Sangrillo (Pterocarpus officinalis)*	13
Espavel (*Anacardium excelsum*)	1	Sotacaballo (*Zygia longifolia*)	3
Guajiniquil O Cuajiniquil (*Inga marginata*)	3	*Uruca (Trichilia havanensis)*	4
		Total	**334**

17. PGP-17: Presencia de obras civiles y operación del campo geotérmico (Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta)

Para 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 ya que algunos patógenos peligrosos o secreciones tóxicas de la piel pueden ser transferidos fácilmente de un animal a otro.

En caso de encontrar algún individuo con algún tipo de lesión se procede a realizar una breve consulta al Médico Veterinario del Centro de Rescate para valorar la situación y de ser una lesión que amerite revisión médica será llevado al Centro de Rescate correspondiente. Durante el periodo no se han atendido rescates de fauna silvestre.

18. PGP-18: Presencia de obras civiles y operación del campo geotérmico (Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta)

Para llevar a cabo el monitoreo de fauna silvestre se mantienen seis sitios que son utilizados para el monitoreo de aves, anfibios, reptiles, mamíferos terrestres y mamíferos voladores (Transectos Los Monos, Oropéndola, PLP-03, 1, 3, y El Yugo).

a. Monitoreo de Herpetofauna

Durante el I semestre se identificaron 22 individuos distribuidos en 16 familias y 10 especies, de las cuales, 10 individuos son anfibios y 12 son reptiles.

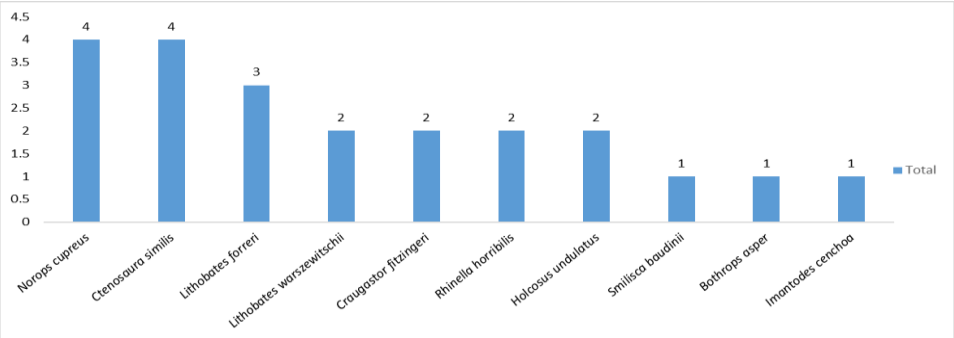


Figura 41. Cantidad de Herpetofauna registrada en monitoreos diurnos y nocturnos. CGP I Semestre 2023.

La especie con más registros es el Anolis (*Norops cupreus*), seguida por el Garrobo (*Ctenosaura similis*) con 4 avistamientos cada uno. En la siguiente figura se detallan algunos avistamientos obtenidos mediate registro fotográfico en este periodo. La cantidad de individuos es baja debido al cambio de la frecuencia de los monitoreos. Por otra parte, no se reportan especies de herpetofauna que estén incluidas en alguna categoría de manejo.

Figura 42. Especies más comunes en monitoreos de herpetofauna. CGP. I Semestre, 2023.

En el periodo no se reportan especies de herpetofauna que estén incluidas en alguna categoría de manejo.

Durante el periodo se registraron individuos en todos los sitios de monitoreo, siendo el transecto Yugo el más abundante con 12 individuos y el transecto PNRV y Oropéndola con 3 individuos cada uno. El Transecto Yugo está asociado a la quebrada El Yugo que es un cuerpo de agua con vegetación en ambos márgenes y rocas expuestas. El monitoreo de este cuerpo de agua es sumamente importante ya que este tipo de ecosistema representa un recurso muy importante para la sobrevivencia de muchas especies, además, que alberga muchas especies de fauna que no se observan regularmente en los otros sitios de monitoreo.

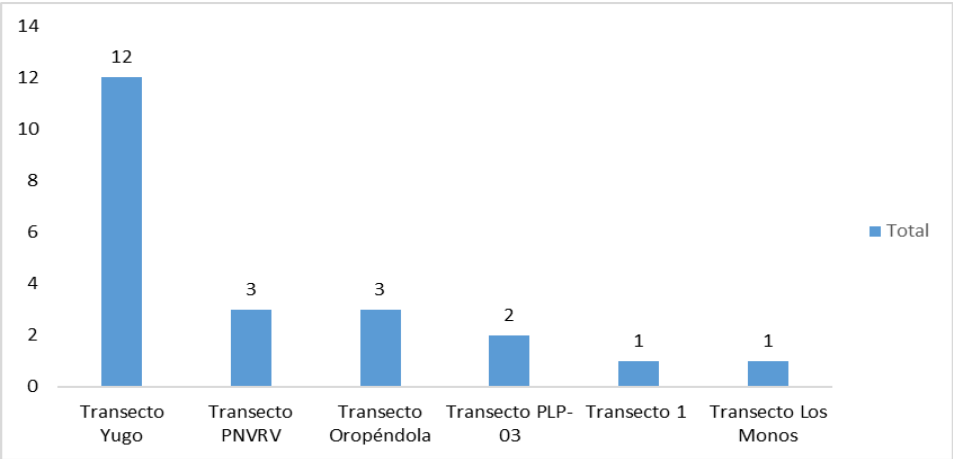


Figura 43. Cantidad de individuos de anfibios y reptiles registrados en los transectos de monitoreo. CGP, I semestre 2023.

b. Monitoreo de aves

Las especies de aves avistadas en el periodo fueron registradas durante recorridos diurnos y nocturnos, lo cual permite tener representatividad de aquellas especies con comportamientos diferentes. Durante el día, se tiene mucha actividad entre las horas 7am a las 9am y en la tarde entre 4pm y 5 pm, sin embargo, los recorridos nocturnos permiten registrar especies como cuyeos, búhos e individuos perchados y/o dormidos.

Figura 44. Recorridos diurnos para la identificación de aves en transectos de monitoreo. CGP. I Semestre 2023.

En el periodo se registra un total de 285 individuos distribuidos en 30 familias y 55 especies. Las especies de aves más abundantes es la Urraca (*Calocitta Formosa*) con 39 individuos, seguida por el loro frentinaranja (*Eupsittula canicularis*) con 29.

En cuanto al estado de conservación de las especies, se tienen al menos 18 especies bajo condiciones de amenaza, vulnerable, o incluidas en alguno de los Apéndices de CITES. Todas ellas están protegidas y reguladas por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 40548-MINAE.

- Familia Cracidae: Se identificaron dos especies, ambas se encuentran en categoría amenazadas e incluidas en el Apéndice III CITES, sin embargo, la especie Crax rubra (Pavón) está considerada como especie VU (vulnerable) según la Lista Roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

- Familia Psittacidae: En esta familia están incluidas las loras, lapas y pericos, en el periodo se identificaron cuatro especies y todas se encuentran en categoría amenazadas e incluidas en el Apéndice II CITES.

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

- Familia Accipitridae: Se agrupan los gavilanes.

Figura 45. Avistamiento de especies de aves que ese encuentran bajo alguna categoría de conservación. CGP. I semestre, 2023.

En la siguiente figura Figura 46se observa la cantidad de aves que se identificaron en cada sitio de monitoreo. El Transecto PLP 03 fue el sitio donde se observó la mayor cantidad de individuos con un total de 78 registros. Este transecto está localizado en un área mixta, donde predominan áreas de bosque secundario y zonas abierta con charrales arbolados, por lo tanto, la observación de aves en sitios abiertos siempre será más fácil que dentro del bosque ya que se tiene mejor luz y visibilidad para la identificación de las especies.

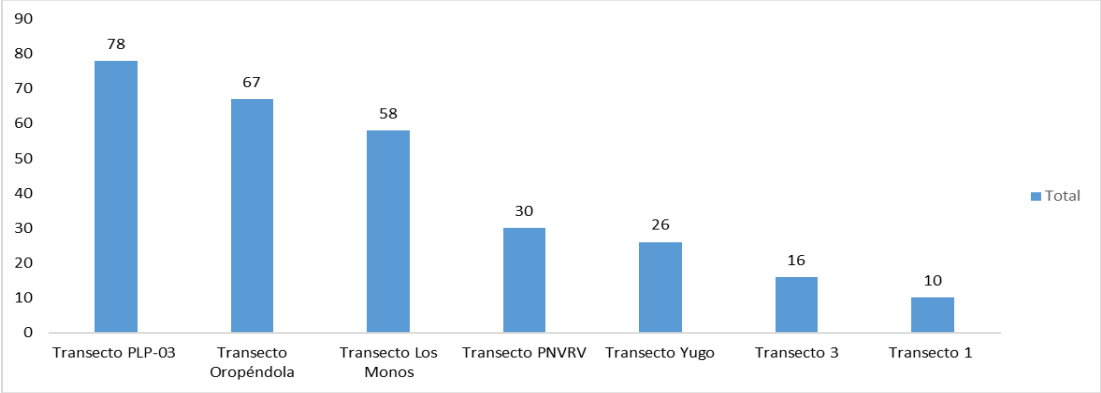


Figura 46. Cantidad de aves identificadas durante monitoreos. CGP. I Semestre 2023.

c. Monitoreo de mamíferos

Mamíferos terrestres mediante transectos

Durante los recorridos diurnos y nocturnos fue posible identificar 39 individuos pertenecientes a 10 especies distribuidas en nueve familias. La especie más abundante es el Mono araña (*Ateles geoffroyi*) con 16 registros.

En cuanto al estado de conservación de las especies, se registran al menos tres especies de mamíferos que se encuentran en algún grado de amenaza. A continuación, se mencionan algunos de ellos.

Para el caso de los primates, en nuestro país el mono araña (*A. geoffroyi*) y mono congo (*Alouatta palliata*) están consideradas en peligro de extinción y protegidas y regulados 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, están incluidos en el Apéndice I CITES.

Por otra parte, la danta (*Tapirus bairdii*) es una especie de talla grande que se reporta constantemente en los sitios de monitoreo y cerca de Parque Nacional Rincón de la Vieja. En lo que respecta a su estado de conservación, en nuestro país está considerada como especie en peligro de extinción y está protegida y regulada por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el Decreto No. 32633-MINAE y Globalmente está catalogada por la UICN como especie en peligro.

Por otra parte, se reportan dos especies (venado y guatusa) incluidas en el Apéndice III CITES, en este apéndice se incluyen las especies que, según el país, ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

Figura 47. Mamíferos identificados durante monitoreos de fauna silvestre. I Semestre, 2023.

Mamíferos terrestres mediante Foto-trampeo

Por el método de fototrampeo se identificaron un total de 23 especies de mamíferos pertenecientes a 17 familias, tanto de talla grande como medianas ya antes registradas, por ejemplo, tepezcuintle (*Cuniculus paca*), tolomuco (*Eira barbara*), saíno (*Pecari tajacu*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), danta (*T. bairdii*) entre otros.

En total se obtuvieron 1726 capturas, de las cuales 178 fueron efectivos.

Figura 48. Registro de Tolomuco y Saínos mediante cámaras. CGP. I semestre 2023.

Algunas de las especies identificadas en el periodo se encuentran en alguna categoría de conservación globalmente. Tal es el caso de los felinos cuyo estado de conservación en nuestro país es preocupante y requieren atención en cuanto a su presencia en el Campo Geotérmico. En este periodo se registraron dos especies de felinos, ocelote (*Leopardus pardalis*) y Jaguar (*Panthera onca*). 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 y recursos que son utilizados por estas especies de felinos, los cuales representan una importante función en el ecosistema y en la cadena trófica.

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

Figura 49. Registro de mamíferos incluidos en alguna categoría de manejo. I semestre 2023.

d. Monitoreo de murciélagos

Durante el I Semestre se capturaron 37 individuos pertenecientes a nueve especies de dos familias, siendo *Artibeus jamaicensis* la especie que tuvo más capturas (N=15).

La cantidad de individuos es baja, esto se debe a que, de los siete sitios de monitoreo, dos se tuvieron que cancelar debido a las fuertes lluvias que se presentaron el día del monitoreo; otra de las razones es que no están incluidos los resultados del monitoreo del Transecto PNRV ya que la ejecución está programada para fecha posterior a la entrega de este informe.

Figura 50. Instalación de redes de niebla y registro de murciélagos. I semestre 2023.

e. Avistamientos

En este periodo se reportan siete avistamientos entre ellos mamíferos, aves y reptiles. Del grupo de mamíferos se reportan dos Dantas (*T. bairdii*), del grupo de las serpientes se reportan dos Terciopelos (*Bothrops asper*) y un bejuquillo café (*Oxybelis aeneus*).

Del grupo de las aves, se registran dos especies, la reinita migratoria Reinita gorginaranja (*Setophaga fusca*) y la pastora (*Trogon massena*).

Figura 51. Avistamiento de especies, I semestre 2023

f. Monitoreo de Rutas de Paso de Fauna en los Caminos y Tuberías dentro del Campo Geotérmico

- *Rutas de pasos de fauna en caminos*

Dentro del Campo se tienen dos pasos subterráneos para fauna. A partir de enero 2023 se suspende el monitoreo con cámaras.

- *Pasos tipo zanja para fauna.*

Dentro del Campo se realizaron al menos 16 raspados tipo zanja debajo de las tuberías en aquellos tramos donde la distancia entre la tubería y el terreno no superaba el metro de altura, el objetivo es registrar si las tuberías son una barrera en el desplazamiento de especies de talla mediana y grande; para ello, se han colocado cámaras trampa en distintos tramos a lo largo del sistema de tuberías.

- *Rutas de paso de fauna arborícola*

Actualmente se realiza el monitoreo de la efectividad de los puentes mediante la observación directa.

Durante el semestre no se tienen avistamientos. Es importante mencionar que muchos de estos puentes han dejado de ser funcionales ya que la cobertura boscosa ha aumentado y las ramas han creado pasos naturales. En la siguiente figura se observa paso natural y paso artificial.

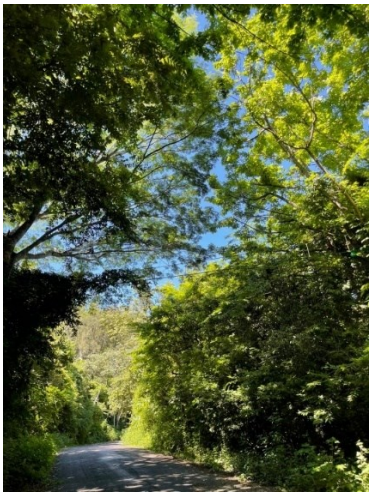


Figura 52. Paso aéreo para fauna con cobertura vegetal. CGP. I semestre 2023.

- *Inspecciones de Campo*

Algunos de los hallazgos durante el periodo se mencionan a continuación:

- Verificación de limpieza de sedimentadores: Se procedió hacer inspección para verificar la necesidad de mantenimiento.
- Mantenimiento de transectos de monitoreo: se realiza control de maleza para realizar los recorridos de monitoreo de manera segura.
- Inspección de los sistemas de impermeabilización de las lagunas y tuberías

Figura 53. Revisión de sistemas de impermeabilización de las lagunas. CGP. I Semestre 2023.

- Mantenimiento y revisión reductores de velocidad, señalización vial y advertencia de fauna en la vía: Se visitan los sitios donde se encuentra la rotulación dentro y fuera del Campo Geotérmico. Actualmente no se ha realizado mantenimiento.

Figura 54. Inspección de reductores de velocidad y señalización. CGP. I Semestre 2023.

19. PGP-19: Operación de la Planta y del campo geotérmico (Alteración de la cotidianidad de las comunidades)

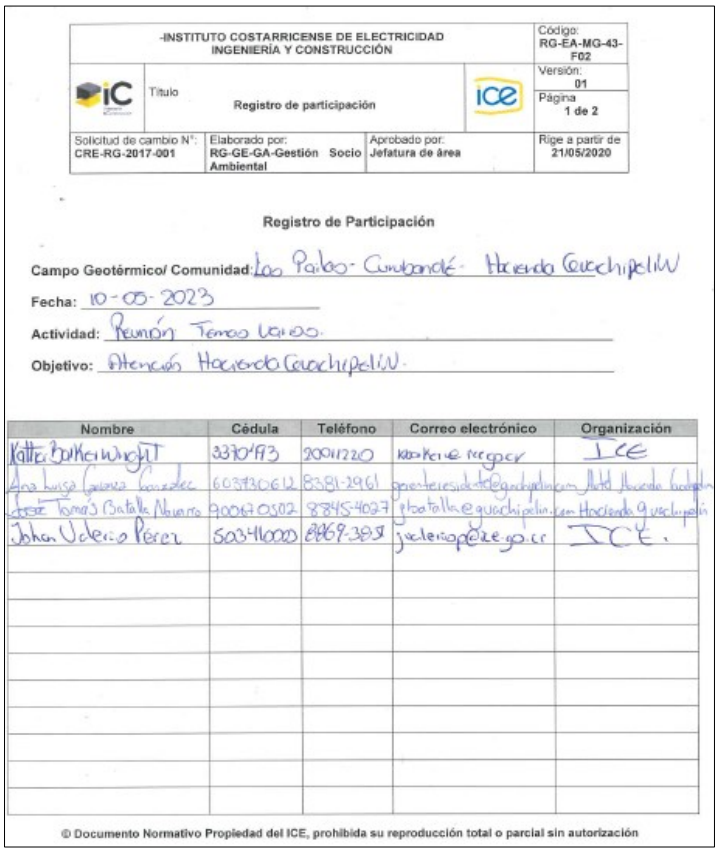
Solicitudes: Para el periodo se generó una solicitud relacionada a la visita al Campo Geotérmico Las Pailas, la misma fue atendida y se encuentra finalizada.

Quejas: Durante el periodo no se recibieron quejas.

Reuniones informativas: Para el periodo se procedió en entregar el cronograma de reuniones comunales a la Asociación de Desarrollo Integral de Curubandé, Asociación de Desarrollo Integral de Las Parcelas Santa María y Asociación Comunitaria San Jorge. De la convocatoria realizada solamente participó la comunidad de Curubandé con 12 personas el 01 de junio del 2023. En esta reunión se suministró una charla sobre "Generalidades de los Trabajos de Biología en Campos Geotérmicos"

Figura 55. Reunión comunal, Curubandé, I semestre 2023.

Se realizaron dos reuniones con los representantes del Hotel Hacienda Guachipelín, cubriendo varios temas de oportunidades de mejora, incluyendo estado del camino desde Curubandé.



-INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN			Código: RG-EA-MG-43-F02
iC	Título: Registro de participación	ICE	Versión: 01 Página 1 de 2
Solicitud de cambio N°: CRE-RG-2017-001	Elaborado por: RG-GE-GA-Gestión Socio Ambiental	Aprobado por: Jefatura de área	Rige a partir de 21/05/2020

Registro de Participación

Campo Geotérmico/ Comunidad: Los Pailas - Curubandé - Hacienda Guachipelín

Fecha: 10-05-2023

Actividad: Reunión Temas varios.

Objetivo: Atención Hacienda Guachipelín.

Nombre	Cédula	Teléfono	Correo electrónico	Organización
Katherine Wright T	3370473	20011220	kwright@ice.go.cr	ICE
Ana Luisa Gutiérrez González	603730612	8381-2961	gonzalezesidel@guachipelin.com	Hotel Hacienda Guachipelín
José Tomás Batalla Navarro	900670502	8845-4037	pbatalla@guachipelin.com	Hacienda Guachipelín
Johan Valerio Pérez	503410000	8869-3898	jvalerio@ice.go.cr	ICE.

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

Figura 56. Lista de asistencia, reunión ICE-Hacienda Guachipelín, I semestre 2023.

En relación con la ejecución de actividades de Educación Ambiental en Centros Educativos, para el periodo se realizó una charla sobre Gestión de Residuos dirigida a los (as) estudiantes de tercer grado de la Escuela Curubandé.

Figura 57. Educación Ambiental, Escuela Curubandé, I Semestre, 2023.

20. **PGP-20: Perforación de pozos geotérmicos (Efectos sobre la salud de las personas producto de la emisión de gases no condensables, principalmente el H2S)**

Esta medida de control ambiental no aplica para este periodo, ya que no se realizaron perforaciones de pozos profundos.

21. **PGP-21: Perforación de pozos geotérmicos (Contaminación del suelo y agua producto del derrame de hidrocarburos)**

Esta medida de control ambiental no aplica para este periodo, ya que no se realizaron perforaciones de pozos profundos.

22. **PGP-22: Perforación de pozos geotérmicos (Alteración del paisaje)**

Esta medida de control ambiental no aplica para este periodo, ya que no se realizaron perforaciones de pozos profundos.

23. **PGP-23: Obras civiles (Posibilidad de caída de material y desestabilización de terrenos)**

Los taludes de la Unidad I y II se encuentran estables. La colocación de la nueva geomembrana sobre los taludes de la Unidad Pailas I en su mayoría se encuentra en buen estado, sin embargo, los fuertes vientos desprendieron un sector, el cual fue reportado para su reparación. Este problema no genera riesgo en la estabilidad del talud, ya que está cubierto por la geomembrana anterior.

Figura 58 Taludes y estado de geomembrana instalada en la Unidad I

En la parte superior de los taludes se mantiene vetiver para mejorar la estabilidad del terreno.

24. PGP-24: Emisión de gases no condensables (H2S, pentano y otros)

La Planta posee un programa de monitoreo de gases peligrosos, entre ellos H_2S y pentano. En este periodo de seguimiento se realizaron monitoreos de H_2S dentro de la Planta en puntos establecidos.

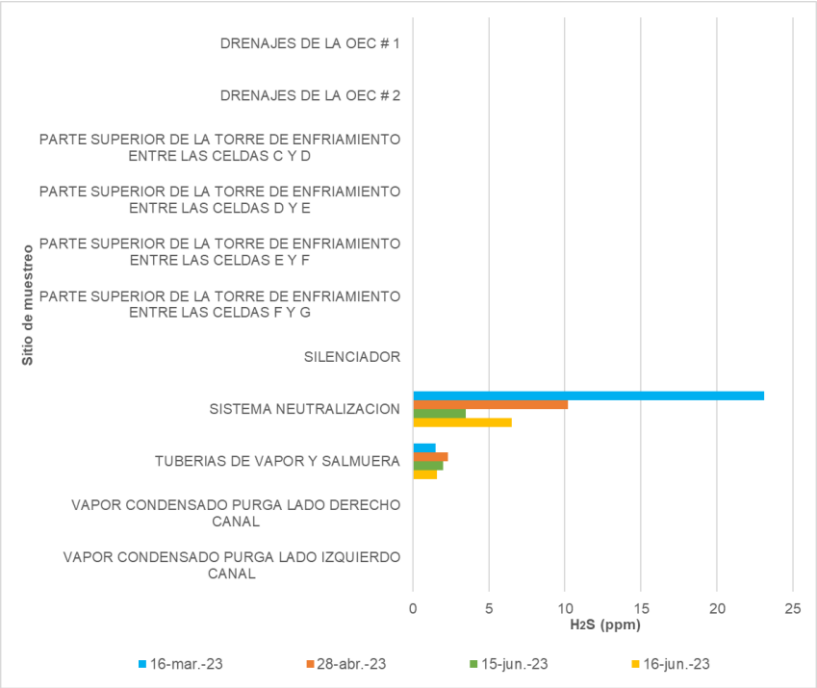


Figura 59 Monitoreo de gases H2S en Pailas I durante el primer semestre del 2023

De acuerdo con el gráfico, continúa siendo en el Sistema de Neutralización, Tuberías de vapor y salmuera de la Unidad I; los únicos sitios que se reportan valores de H2S, con variaciones entre los monitoreos. Cabe mencionar que ninguno de estos sitios está en una zona confinada. En los demás sitios, tanto en Pailas I como en Pailas II los valores son “0”.

En enero, el equipo de medición fue calibrado, y sensores fueron remplazados.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA

SONDEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Fecha:	31/1/2023	Hora 10:30 am				
Device						
Serial Number:	**QA120-005327**	Device Type:	**GasAlert Quattro**	Location:	**Costa Rica**	
Manufacturer:	**BW Technologies**	Next Cal Due:	**30/7/2023**	Device User:	**ICE**	
Sensors						
Type:	**H2S**	**CO**	**LEL**	**O2**		
Result:	**Pass**	**Pass**	**Pass**	**Pass**		
Final Reading:	25 ppm	100 ppm	50%	20.9%		
Next Calibration Due:	30/7/2023	30/7/2023	30/7/2023	30/7/2023		
Audio Sensor:	**Pass**	**Pass**	**Pass**	**Pass**		
Set Points						
Type	**H2S**	**CO**	**LEL**	**O2**		
High Alarm	15ppm	30ppm	20%	23.50%		
Low Alarm	10ppm	25ppm	10%	19.50%		
TWA Alarm	10ppm	25ppm				
STEL Alarm	15ppm	30ppm				
Options						
Datalog Interval:	**15 seconds**					
STEL Period:	**15 minutes**	**TWA Period:**	OSHA			
Gas Used for Calibration:						
Gas MFG Date:		Gas Exp. Date:	**abr,2023**	Gas MFG:	**Airgas**	
Lote#:	HW3044020715291					
Concentration:	**H2S**	**CO**	**CH4**	**O2**	**N2**	
	25 ppm	100 ppm	2,5% (50% LEL)	18%	Balance	
Calibration						
Method:	**MICRODOCK**	By:	**SONDEL S,A**	Pump Use:	**N/A.**	Calibrated by:
Reg Type:	**REG-1.0**	MFG:	**PORTAGAS**	Hose Length:	**15"**	Anthony H. TR# 008277

Figura 60 Certificado de calibración de equipos de medición de gases

Respecto a las mediciones de pentano, en ambas turbinas de Pailas I donde se utiliza pentano, se ubican detectores de fugas fijos localizados en las bombas y tanques. Estos sistemas poseen sistemas de alerta en caso de existir una fuga de pentano. Además, se realizan inspecciones mediante equipo portátil. En caso de detectar fugas se informa al operador para mantenimiento y reparación de la fuga. La última inspección realizada en campo fue el 02 de junio, y los resultados se presentan en la siguiente figura.

		HAY FUGAS	ppm	%	NO HAY FUGAS	OBSERVACIONES
SISTEMAS COMPARTIDOS						
TANQUE DE PENTANO #1						
	MANOMETROS				X	
	MIRA				X	
	BRIDAS				X	
	VALVULAS				X	
	BOMBA DE TRASIEGO				X	
TANQUE DE PENTANO #2						
	MANOMETROS				X	
	MIRA				X	
	BRIDAS				X	
	VALVULAS				X	
					X	

			HAY FUGAS	ppm	vol %	NO HAY FUGAS	OBSERVACIONES
OEC # 1							
LADO IZQUIERDO							
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO							
	BOMBA DE PENTANO 9300 A						
		FILTRO DE SUCCION				X	
		VALVULA HV-9306A SUCCION				X	
		VALVULA HV-9310A DESCARGA				X	
		MANOMETROS				X	
		SELLO DE BOMBA	X		11.90%		DONDE GIRA EL EJE
		BRIDAS				X	
		VALVULAS				X	
	BOMBA DE PENTANO 9300 B						
		FILTRO DE SUCCION				X	
		VALVULA HV-9306B SUCCION				X	
		VALVULA HV-9310B DESCARGA				X	
		MANOMETROS				X	
		SELLO DE BOMBA	X		2.40%		DONDE GIRA EL EJE
		BRIDAS				X	
		VALVULAS				X	
CONDENSADORES							
	MIRA IZQUIERDA					X	
		VALVULAS				X	
		BRIDAS				X	
	MIRA DERECHA					X	
		VALVULAS				X	
		BRIDAS				X	
	SISTEMA DE PURGA					X	
		BRIDAS				X	
		SISTEMA DE ALIVIO				X	
	VALVULA NV-9310		x				Este punto es de un venteo automático de pentano por lo que normalmente habran cantidades pequeñas de pentano.
		BRIDAS	x				
	VALVULA PV-9307		X	760			
		BRIDAS				X	
PRECALENTADORES							
	SALMUERA HE-9102					X	
		BRIDAS				X	
		VALVULAS				X	
		MANOMETROS				X	
VAPORIZADOR							
	HE-9100						
		BRIDAS				X	
		MIRA				X	
		VALVULAS				X	
		MANOMETROS				X	
TURBINA							
		VALVULA NV-9210	***			***	PUNTO DE DIFICIL ACCESO EN LAS VÁLVULAS SUPERIORES
		VALVULA FV-9210	***			***	NO SE DETECTA
		VALVULA NV-9107A				X	
		VALVULA NV-9107B				X	
		MANOMETROS				X	
		EJE				X	
		JUNTAS DE EXPANSION				X	
		BRIDAS				X	
		CARCASA				X	

			HAY FUGAS	ppm	%	NO HAY FUGAS	OBSERVACIONES
LADO DERECHO							
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO							
	BOMBA DE PENTANO 9350 A						
		FILTRO DE SUCCION				X	
		VALVULA HV-9360A DESCARGA				X	
		VALVULA HV-9356A SUCCION				X	
		MANOMETROS				X	
		SELLO DE BOMBA				X	
		BRIDAS				X	
		VALVULAS				X	
	BOMBA DE PENTANO 9350 B						
		FILTRO DE SUCCION				X	
		VALVULA HV-9356B DESCARGA				X	
		VALVULA HV-9360B SUCCION				X	
		MANOMETROS				X	
		SELLO DE BOMBA				X	DONDE GIRA EL EJE
		BRIDAS				X	
		VALVULAS				X	
CONDENSADORES							
	MIRA IZQUIERDA					X	
		VALVULAS				X	
		BRIDAS				X	
	MIRA DERECHA					X	
		VALVULAS				X	
		BRIDAS				X	
	SISTEMA DE PURGA					X	
		BRIDAS				X	
		SISTEMA DE ALIVIO	X		4.7%		
	VALVULA NV-9360					X	
		BRIDAS				X	
	VALVULA PV-9357					X	
		BRIDAS				X	
	VALVULA LV-9153					X	
		BRIDAS				X	
PRECALENTADORES							
	VAPOR HE-9152A Y HE-9152B						
		BRIDAS				X	
		VALVULAS				X	
		MANOMETROS				X	
VAPORIZADOR							
	HE-9150						
		BRIDAS				X	
		MIRA				X	
		VALVULAS				X	
		MANOMETROS				X	
TURBINA							
		VALVULA NV-9260	***			***	PUNTO DE DIFICIL ACCESO EN LAS VÁLVULAS SUPERIORES
		VALVULA FV-9260	***			***	NO SE DETECTA
		VALVULA NV-9157A				X	
		VALVULA NV-9157B				X	
		MANOMETROS				X	
		EJE				X	
		JUNTAS DE EXPANSION				X	
		BRIDAS	X	350			
		CARCASA				X	

			HAY FUGAS	ppm	%	NO HAY FUGAS	OBSERVACIONES
OEC # 2							
LADO IZQUIERDO							
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO							
	BOMBA DE PENTANO 9300 A						
		FILTRO DE SUCCION				X	
		VALVULA HV-9306A SUCCION				X	
		VALVULA HV-9310A DESCARGA				X	
		MANOMETROS				X	
		SELLO DE BOMBA	X		10.30%		DONDE GIRA EL EJE
		BRIDAS				X	
		VALVULAS				X	
	BOMBA DE PENTANO 9300 B						
		FILTRO DE SUCCION				X	
		VALVULA HV-9306B SUCCION				X	
		VALVULA HV-9310B DESCARGA				X	
		MANOMETROS				X	
		SELLO DE BOMBA	X		21.50%		DONDE GIRA EL EJE
		BRIDAS				X	
		VALVULAS				X	
CONDENSADORES							
	MIRA IZQUIERDA					X	
		VALVULAS				X	
		BRIDAS				X	
	MIRA DERECHA					X	
		VALVULAS				X	
		BRIDAS				X	
	SISTEMA DE PURGA					X	
		BRIDAS				X	
		SISTEMA DE ALIVIO	X		3.4%		
	VALVULA NV-9310					X	
		BRIDAS				X	
	VALVULA PV-9307					X	
		BRIDAS				X	
PRECALENTADORES							
	SALMUERA HE-9102						
		BRIDAS				X	
		VALVULAS				X	
		MANOMETROS				X	
VAPORIZADOR							
	HE-9100						
		BRIDAS				X	
		MIRA				X	
		VALVULAS				X	
		MANOMETROS				X	
TURBINA							
		VALVULA NV-9210	***			***	PUNTO DE DIFICIL ACCESO EN LAS VÁLVULAS SUPERIORES
		VALVULA FV-9210	***			***	NO SE DETECTA
		VALVULA NV-9107A				X	
		VALVULA NV-9107B				X	
		MANOMETROS				X	
		EJE				X	
		JUNTAS DE EXPANSION				X	
		BRIDAS				X	
		CARCASA				X	

OEC # 2							
LADO DERECHO							
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO							
	BOMBA DE PENTANO 9350 A						
		FILTRO DE SUCCION				X	
		VALVULA HV-9360A DESCARGA				X	
		VALVULA HV-9356A SUCCION				X	
		MANOMETROS				X	
		SELLO DE BOMBA				X	
		BRIDAS				X	
		VALVULAS				X	
	BOMBA DE PENTANO 9350 B						
		FILTRO DE SUCCION				X	
		VALVULA HV-9356B SUCCION				X	
		VALVULA HV-9360B DESCARGA				X	
		MANOMETROS				X	
		SELLO DE BOMBA				X	
		BRIDAS				X	
		VALVULAS				X	
CONDENSADORES							
	MIRA IZQUIERDA					X	
		VALVULAS				X	
		BRIDAS				X	
	MIRA DERECHA					X	
		VALVULAS				X	
		BRIDAS				X	
	SISTEMA DE PURGA					X	
		BRIDAS				X	
		SISTEMA DE ALIVIO				X	
	VALVULA NV-9360					X	
		BRIDAS				X	
	VALVULA PV-9357					X	
		BRIDAS				X	
	VALVULA LV-9153					X	
		BRIDAS				X	
PRECALENTADORES							
	VAPOR HE-9152A Y HE-9152B						
		BRIDAS				X	
		VALVULAS				X	
		MANOMETROS				X	
VAPORIZADOR							
	HE-9150						
		BRIDAS				X	
		MIRA				X	
		VALVULAS				X	
		MANOMETROS				X	
TURBINA							
		VALVULA NV-9260	***			***	PUNTO DE DIFICIL ACCESO EN LAS VÁLVULAS SUPERIORES
		VALVULA FV-9260	***			***	NO SE DETECTA
		VALVULA NV-9157A				X	
		VALVULA NV-9157B				X	
		MANOMETROS				X	
		EJE				X	
		JUNTAS DE EXPANSION				X	
		BRIDAS	X	320		X	
		CARCASA				X	

Figura 61 Monitoreos de fugas de N-Pentano en Planta Pailas Unidad I

25. PGP-25: Consumo de agua potable (Alteración de la calidad de agua)

A continuación, se presentan los resultados del monitoreo de calidad de agua realizado en agosto del presente año (Figura 62).

UNIVERSIDAD NACIONAL
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL

REPORTE DE RESULTADOS

Laboratorio de Ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-024
Acreditado a partir de: 2005.10.10
De manera indefinida Art. 11, Decreto ejecutivo 35022 y sus modificaciones
Alcance disponible en www.eca.or.cr

PRT 011 R-03
Versión 08
Página 1 de 9

No. Reporte: AG-320-2023

Datos del Cliente:

[b]Nombre del Cliente:	ICE Región Chorotega, PG Pailas I y II, Campaña III	**Muestreado por:**	Francisco Quesada E.
[b]Dirección del Cliente:	Guanacaste, Liberia, Curubandé	**Procedimiento de muestreo:**	PRT-012 Procedimiento de muestreo de aguas y aguas residuales
[b]Actividad:	-	**Plan de muestreo:**	PRT-012 R-01 Consecutivo: AG-320-2023
[b]Teléfono del cliente:	2000-3278	**Fecha de muestreo:**	20 de marzo de 2023
Tipo de Muestra:	Agua para uso y consumo humano	**Fecha de ingreso:**	20 de marzo de 2023
Solicitud de servicio:	AG-320-2023	**Fecha de emisión:**	29 de mayo de 2023

Notas:

1. Las muestras analizadas referentes al presente reporte se mantendrán en custodia por un período mínimo de 8 días calendario una vez emitido el reporte, siempre y cuando no se hayan ejecutado análisis destructivos de la muestra. Después de este tiempo se procederán a desechar.
2. El Laboratorio de Análisis Ambiental cuenta con permiso sanitario de funcionamiento bajo el registro No. 1824-2020, fecha de vencimiento 11 de noviembre de 2025.
3. No se permite la reproducción parcial, excepto íntegramente de este documento sin la autorización por escrito del órgano que lo emite. Este documento solo tiene validez en su forma íntegra y original.
4. Las condiciones del laboratorio a las cuáles se llevan a cabo los ensayos son: temperatura entre (18-25) °C y humedad relativa menor al 80 %.
5. El presente Reporte de Resultados abarca solamente las mediciones realizadas en el momento y con las condiciones ambientales del muestreo y no puede hacerse extensivo a otras situaciones.
6. En el presente informe de resultados toda la información que se encuentre con el superíndice "a" son los ensayos realizados in-situ y con el superíndice "b" es la información suministrada por el prestador, por lo tanto, el Laboratorio de Análisis Ambiental no se hace responsable de la información suministrada por el prestador.
7. Las muestras N°01, 06, 08, 09 y 10 no presentan cloración.

UNIVERSIDAD NACIONAL
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL

REPORTE DE RESULTADOS

Laboratorio de Ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-024
Acreditado a partir de: 2005.10.10
De manera indefinida Art. 11, Decreto ejecutivo 35022 y sus modificaciones
Alcance disponible en www.eca.or.cr

PRT 011 R-03
Versión 08
Página 2 de 9

No. Reporte: AG-320-2023

Resultados de análisis físico-químicos de las muestras de agua:

Análisis	Unidades	Muestra Nº 01	Muestra Nº 02	Muestra Nº 03	Límite Máximo Admisible[1]
***pH (25°C)[a]**	-	5,150 ± 0,085	7,200 ± 0,085	6,960 ± 0,085	6-8
***Turbiedad**	NTU	1,63 ± 0,15	1,30 ± 0,15	nd	5
***Conductividad**	µS/cm	110 ± 17	147 ± 17	nd	-
***Color aparente**	U-Pt-Co	10,17 ± 0,45	7,48 ± 0,47	nd	15
***Temperatura[a]**	°C	26,40 ± 0,46	26,90 ± 0,46	26,60 ± 0,46	18-30
***Cloro residual[a]**	mg/l	nd	0,570 ± 0,092	0,500 ± 0,092	0,3-0,6
****Olor**	-	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
***Dureza Total**	mg/l	29,75 ± 0,51	147,5 ± 1,1	9,92 ± 0,48	400
***Cloruro**	mg/l	2,6 ± 1,1	6,4 ± 1,0	nd	250
***Fluoruro**	mg/l	nd	nd	nd	0,7-1,5
***Sulfato**	mg/l	40,1 ± 1,3	38,6 ± 1,3	nd	250
***Cobre**	µg/l	5,12 ± 0,65	4,04 ± 0,52	nd	2000
***Aluminio**	µg/l	1 303 ± 283	553 ± 120	4,9 ± 1,2	200
***Calcio**	mg/l	9,6 ± 2,1	13,2 ± 2,9	3,28 ± 0,76	100
***Hierro**	µg/l	141 ± 19	107 ± 15	nd	300
***Magnesio**	mg/l	2,91 ± 0,54	2,73 ± 0,51	nd	50
***Manganeso**	µg/l	36,9 ± 4,3	12,4 ± 1,5	d	500
***Potasio**	mg/l	2,32 ± 0,39	2,29 ± 0,39	nd	10
***Sodio**	mg/l	5,4 ± 1,4	10,7 ± 2,7	d	200
***Zinc**	µg/l	32,3 ± 3,7	23,3 ± 2,7	12,5 ± 1,4	3000
***Amonio**	µg/l	44,2 ± 4,7	35,2 ± 4,8	25,9 ± 4,9	500
***Antimonio**	µg/l	nd	nd	nd	5
***Arsénico**	µg/l	nd	nd	nd	10
***Cadmio**	µg/l	nd	nd	nd	3
***Cromo**	µg/l	1,39 ± 0,17	1,40 ± 0,18	nd	50
***Mercurio**	µg/l	nd	nd	nd	1
***Níquel**	µg/l	3,21 ± 0,36	2,39 ± 0,27	nd	20
***Nitrato**	mg/l	nd	nd	nd	50
***Nitrito**	µg/l	d	d	d	100
***Plomo**	µg/l	1,09 ± 0,34	d	nd	10
***Selenio**	µg/l	nd	nd	nd	10

d= detectable
nd= no detectable
"La incertidumbre de la medición se determina para un factor de cobertura k = 2 correspondiente a un nivel de confianza aproximadamente del 95 %".
[1] Decreto Nº 38924-S Reglamento para la Calidad del Agua Potable del 1º de setiembre del 2015
*Ensayos acreditados bajo la norma ISO 17025:2017, Alcance LE-024, más información en el sitio web www.eca.or.cr
**Ensayos no acreditados

UNIVERSIDAD NACIONAL
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL

REPORTE DE RESULTADOS

Laboratorio de Ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-024
Acreditado a partir de: 2005.10.10
De manera indefinida Art. 11, Decreto ejecutivo 35022 y sus modificaciones
Alcance disponible en www.eca.or.cr

PRT 011 R-03
Versión 08
Página 3 de 9

No. Reporte: AG-320-2023

Resultados de análisis físico-químicos de las muestras de agua:

Análisis	Unidades	Muestra Nº 04	Muestra Nº 05	Límite Máximo Admisible[1]
***pH (25°C)[a]**	-	9,060 ± 0,085	7,400 ± 0,085	6-8
***Turbiedad**	NTU	nd	1,15 ± 0,15	5
***Conductividad**	µS/cm	nd	150 ± 17	-
***Color aparente**	U-Pt-Co	nd	8,32 ± 0,46	15
***Temperatura[a]**	°C	26,20 ± 0,46	27,60 ± 0,46	18-30
***Cloro residual[a]**	mg/l	0,500 ± 0,092	0,510 ± 0,092	0,3-0,6
****Olor**	-	Aceptable	Aceptable	Aceptable

d= detectable
nd= no detectable
"La incertidumbre de la medición se determina para un factor de cobertura k = 2 correspondiente a un nivel de confianza aproximadamente del 95 %".
[1] Decreto Nº 38924-S Reglamento para la Calidad del Agua Potable del 1º de setiembre del 2015
*Ensayos acreditados bajo la norma ISO 17025:2017, Alcance LE-024, más información en el sitio web www.eca.or.cr
**Ensayos no acreditados

UNIVERSIDAD NACIONAL
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL

REPORTE DE RESULTADOS

Laboratorio de Ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-024
Acreditado a partir de: 2005.10.10
De manera indefinida Art. 11, Decreto ejecutivo 35022 y sus modificaciones
Alcance disponible en www.eca.or.cr

PRT 011 R-03
Versión 08
Página 4 de 9

No. Reporte: AG-320-2023

Resultados de análisis físico-químicos de las muestras de agua:

Análisis	Unidades	Muestra Nº 06	Muestra Nº 07	Límite Máximo Admisible[1]
***pH (25°C)[a]**	-	6,930 ± 0,085	9,290 ± 0,085	6-8
***Turbiedad**	NTU	nd	1,05 ± 0,15	5
***Conductividad**	µS/cm	100 ± 17	nd	-
***Color aparente**	U-Pt-Co	nd	nd	15
***Temperatura[a]**	°C	27,60 ± 0,46	26,80 ± 0,46	18-30
***Cloro residual[a]**	mg/l	nd	0,580 ± 0,092	0,3-0,6
****Olor**	-	Aceptable	Aceptable	Aceptable
***Dureza Total**	mg/l	28,16 ± 0,51	8,73 ± 0,47	400
***Cloruro**	mg/l	3,3 ± 1,1	nd	250
***Fluoruro**	mg/l	nd	nd	0,7-1,5
***Sulfato**	mg/l	33,5 ± 1,2	nd	250
***Cobre**	µg/l	nd	2,75 ± 0,38	2000
***Aluminio**	µg/l	60 ± 13	21,2 ± 4,6	200
***Calcio**	mg/l	8,8 ± 2,0	3,72 ± 0,85	100
***Hierro**	µg/l	5,08 ± 0,79	69,8 ± 9,7	300
***Magnesio**	mg/l	2,58 ± 0,48	d	50
***Manganeso**	µg/l	1,51 ± 0,18	1,06 ± 0,13	500
***Potasio**	mg/l	2,18 ± 0,37	nd	10
***Sodio**	mg/l	5,6 ± 1,5	d	200
***Zinc**	µg/l	12,3 ± 1,4	14,6 ± 1,7	3000
***Amonio**	µg/l	85,8 ± 4,5	17,7 ± 4,9	500
***Antimonio**	µg/l	nd	nd	5
***Arsénico**	µg/l	nd	nd	10
***Cadmio**	µg/l	nd	nd	3
***Cromo**	µg/l	nd	1,29 ± 0,16	50
***Mercurio**	µg/l	nd	nd	1
***Níquel**	µg/l	0,592 ± 0,066	2,33 ± 0,26	20
***Nitrato**	mg/l	nd	nd	50
***Nitrito**	µg/l	d	d	100
***Plomo**	µg/l	nd	nd	10
***Selenio**	µg/l	nd	nd	10

d= detectable
nd= no detectable
"La incertidumbre de la medición se determina para un factor de cobertura k = 2 correspondiente a un nivel de confianza aproximadamente del 95 %".
[1] Decreto Nº 38924-S Reglamento para la Calidad del Agua Potable del 1º de setiembre del 2015
*Ensayos acreditados bajo la norma ISO 17025:2017, Alcance LE-024, más información en el sitio web www.eca.or.cr
**Ensayos no acreditados

Análisis Ambiental LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
REPORTE DE RESULTADOS

PRT 011 R-03
Versión 08
Página 5 de 9

UNIVERSIDAD NACIONAL COSTA RICA

Laboratorio de Ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-024
Acreditado a partir de: 2005.10.10
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. Reporte: AG-320-2023

Resultados de análisis físico-químicos de las muestras de agua:

Análisis	Unidades	Muestra Nº 08	Muestra Nº 09	Límite Máximo Admisible[1]
*pH (25°C)[a]	-	5,730 ± 0,085	6,840 ± 0,085	6-8
*Turbiedad	NTU	3,01 ± 0,17	nd	5
*Conductividad	µS/cm	112 ± 17	127 ± 17	-
*Color aparente	U-Pt-Co	12,32 ± 0,44	nd	15
*Temperatura[a]	°C	26,00 ± 0,46	29,50 ± 0,46	18-30
*Cloro residual[a]	mg/l	nd	nd	0,3-0,6
**Olor	-	Aceptable	Aceptable	Aceptable

d= detectable
nd= no detectable
"La incertidumbre de la medición se determina para un factor de cobertura k = 2 correspondiente a un nivel de confianza aproximadamente del 95 %".
[1] Decreto Nº 38924-S Reglamento para la Calidad del Agua Potable del 1º de setiembre del 2015
*Ensayos acreditados bajo la norma ISO 17025:2017, Alcance LE-024, más información en el sitio web www.eca.or.cr
**Ensayos no acreditados

Análisis Ambiental LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
REPORTE DE RESULTADOS

PRT 011 R-03
Versión 08
Página 6 de 9

UNIVERSIDAD NACIONAL COSTA RICA

Laboratorio de Ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-024
Acreditado a partir de: 2005.10.10
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. Reporte: AG-320-2023

Resultados de análisis físico-químicos de las muestras de agua:

Análisis	Unidades	Muestra Nº 10	Límite Máximo Admisible[1]
*pH (25°C)[a]	-	7,020 ± 0,085	6-8
*Turbiedad	NTU	1,66 ± 0,15	5
*Conductividad	µS/cm	127 ± 17	-
*Color aparente	U-Pt-Co	10,02 ± 0,45	15
*Temperatura[a]	°C	28,50 ± 0,46	18-30
*Cloro residual[a]	mg/l	nd	0,3-0,6
**Olor	-	Aceptable	Aceptable
*Dureza Total	mg/l	28,56 ± 0,51	400
*Cloruro	mg/l	2,3 ± 1,1	250
*Fluoruro	mg/l	nd	0,7-1,5
*Sulfato	mg/l	3,6 ± 1,2	250
*Cobre	µg/l	5,51 ± 0,69	2000
*Aluminio	µg/l	26,5 ± 5,8	200
*Calcio	mg/l	9,1 ± 2,0	100
*Hierro	µg/l	122 ± 17	300
*Magnesio	mg/l	2,37 ± 0,45	50
*Manganeso	µg/l	2,74 ± 0,32	500
*Potasio	mg/l	7,6 ± 1,1	10
*Sodio	mg/l	14,4 ± 3,7	200
*Zinc	µg/l	25,8 ± 2,9	3000
*Amonio	µg/l	365,3 ± 4,6	500
*Antimonio	µg/l	nd	5
*Arsénico	µg/l	0,88 ± 0,19	10
*Cadmio	µg/l	nd	3
*Cromo	µg/l	0,96 ± 0,12	50
*Mercurio	µg/l	nd	1
*Níquel	µg/l	1,48 ± 0,17	20
*Nitrato	mg/l	1,6 ± 1,1	50
*Nitrito	µg/l	d	100
*Plomo	µg/l	1,02 ± 0,33	10
*Selenio	µg/l	nd	10

d= detectable
nd= no detectable
"La incertidumbre de la medición se determina para un factor de cobertura k = 2 correspondiente a un nivel de confianza aproximadamente del 95 %".
[1] Decreto Nº 38924-S Reglamento para la Calidad del Agua Potable del 1º de setiembre del 2015
*Ensayos acreditados bajo la norma ISO 17025:2017, Alcance LE-024, más información en el sitio web www.eca.or.cr
**Ensayos no acreditados

Análisis Ambiental LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
REPORTE DE RESULTADOS

PRT 011 R-03
Versión 08
Página 7 de 9

UNIVERSIDAD NACIONAL COSTA RICA

Laboratorio de Ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-024
Acreditado a partir de: 2005.10.10
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. Reporte: AG-320-2023

Resultados de análisis microbiológicos de las muestras de agua[2]:

Análisis	Unidades	Muestra Nº 01	Muestra Nº 02	Muestra Nº 03	Muestra Nº 04	Incertidumbre Expandida ±
Coliformes fecales	NMP/100 ml	14	<1,1	<1,1	<1,1	1,0
Escherichia coli	NMP/100 ml	14	<1,1	<1,1	<1,1	1,0

Análisis	Unidades	Muestra Nº 05	Muestra Nº 06	Muestra Nº 07	Muestra Nº 08	Incertidumbre Expandida ±
Coliformes fecales	NMP/100 ml	<1,1	<1,8	<1,1	11	1,0
Escherichia coli	NMP/100 ml	<1,1	<1,8	<1,1	11	1,0

Análisis	Unidades	Muestra Nº 09	Muestra Nº 10	Incertidumbre Expandida ±
Coliformes fecales	NMP/100 ml	<1,8	<1,8	1,0
Escherichia coli	NMP/100 ml	<1,8	<1,8	1,0

[2]Análisis realizados por el Laboratorio de Microbiología de Aguas, Universidad de Costa Rica, número de alcance del ECA LE-102, según consta en el informe de ensayo LMA-INF-099-23.

[b]Descripción de las muestras:

Muestra N°01: Muestra de agua tomada en Pailas I: Tubo antes del sistema de desinfección, a las 08:26 horas.
Muestra N°02: Muestra de agua tomada en Pailas I: Tanque de almacenamiento de agua potable, a las 08:38 horas.
Muestra N°03: Muestra de agua tomada en Pailas I: Comedor del Edificio Administrativo, a las 08:53 horas.
Muestra N°04: Muestra de agua tomada en Pailas I: Comedor de talleres, a las 09:15 horas.
Muestra N°05: Muestra de agua tomada en Pailas I: Comedor de Operadores, a las 09:36 horas.
Muestra N°06: Muestra de agua tomada en Pailas II: Tanque de almacenamiento de agua potable, a las 10:07 horas.
Muestra N°07: Muestra de agua tomada en Pailas II: Comedor de Operadores, a las 10:25 horas.
Muestra N°08: Muestra de agua tomada en Pailas I: Captación en río Colorado, a las 10:55 horas.
Muestra N°09: Muestra de agua tomada en Pailas II: casa #6 Colonia de Colorado, a las 12:14 horas.
Muestra N°10: Muestra de agua tomada en Pailas I: Salida del Pozo Colonia Colorado, a las 12:36 horas.

En la descripción de la muestra la información como las horas y las coordenadas geográficas son tomadas por el Laboratorio de Análisis Ambiental.

Análisis Ambiental LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
REPORTE DE RESULTADOS

PRT 011 R-03
Versión 08
Página 8 de 9

UNIVERSIDAD NACIONAL COSTA RICA

Laboratorio de Ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-024
Acreditado a partir de: 2005.10.10
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. Reporte: AG-320-2023

Métodos de Análisis Ejecutados:

Analito	Método	Referencia	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Fecha de análisis
pH (25 °C)	PMA-010	SM 4500-H+ B	-	Ámbito: (0 a 14) unidades de pH	-
Turbiedad	PMA-016	SM 2130 B	-	(1 a 1000) NTU	22/03/2023
Cloro residual	PMA-075	SM 4500-Cl G	0,04 mg/l	0,08 mg/l	-
Conductividad	PMA-011	SM 2510 B	-	(20 a 1413) µS/cm	30/03/2023
Color Aparente	PMA-009	SM 2120 C	1,51 U-Pt-Co	2,09 U-Pt-Co	22/03/2023
Olor	PMA-008	SM 2150 B	-	-	21/03/2023
Temperatura	PMA-018	SM 2550	-	(4 a 50) °C	-
Dureza total	PMA-002	SM 2340 C	0,40 mg/l	0,40 mg/l	30/03/2023
Fluoruro	PMA-007	SM 4110 B	0,14 mg/l	0,18 mg/l	22/03/2023
Cloruro	PMA-007	SM 4110 B	1,33 mg/l	1,63 mg/l	22/03/2023
Sulfato	PMA-007	SM 4110 B	1,19 mg/l	1,45 mg/l	22/03/2023
Nitrato	PMA-007	SM 4110 B	1,19 mg/l	1,46 mg/l	22/03/2023
Nitrito	PMA-012	SM 4500 NO_2^--B	3,6 µg/l	10,3 µg/l	22/03/2023
Amonio	PMA-030	SM 4500-NH_3 F	0,1 µg/l	14,3 µg/l	14/04/2023
Aluminio	PMA-091	SM 3125 B	1,60 µg/l	2 µg/l	26/04/2023
Mercurio	PMA-091	SM 3125 B	0,26 µg/l	0,48 µg/l	26/04/2023
Calcio	PMA-091	SM 3125 B	0,31 mg/l	0,48 mg/l	26/04/2023
Magnesio	PMA-091	SM 3125 B	0,14 mg/l	0,24 mg/l	26/04/2023
Sodio	PMA-091	SM 3125 B	0,48 mg/l	0,81 mg/l	26/04/2023
Potasio	PMA-091	SM 3125 B	0,47 mg/l	0,55 mg/l	26/04/2023
Hierro	PMA-091	SM 3125 B	3,00 µg/l	3,40 µg/l	26/04/2023
Manganeso	PMA-091	SM 3125 B	0,24 µg/l	0,69 µg/l	26/04/2023
Zinc	PMA-091	SM 3125 B	0,27 µg/l	0,44 µg/l	26/04/2023
Cobre	PMA-091	SM 3125 B	0,48 µg/l	0,60 µg/l	26/04/2023
Plomo	PMA-091	SM 3125 B	0,47 µg/l	0,66 µg/l	26/04/2023
Arsénico	PMA-091	SM 3125 B	0,50 µg/l	0,58 µg/l	26/04/2023
Cadmio	PMA-091	SM 3125 B	0,53 µg/l	0,58 µg/l	26/04/2023
Cromo	PMA-091	SM 3125 B	0,40 µg/l	0,56 µg/l	26/04/2023
Antimonio	PMA-091	SM 3125 B	0,50 µg/l	0,52 µg/l	26/04/2023
Selenio	PMA-091	SM 3125 B	0,12 µg/l	0,52 µg/l	26/04/2023
Níquel	PMA-091	SM 3125 B	0,49 µg/l	0,53 µg/l	26/04/2023

Figura 62 Resultados del monitoreo de calidad de agua para consumo humano. Marzo, 2023

No hay hallazgos o incumplimientos de calidad de agua para consumo humano en sectores designados para consumo, por ejemplo, los comedores, los cuales cuentan con osmosis inversas. Es importante la constancia en la limpieza del tanque de almacenamiento de agua potable. Con respecto a bacterias la cloración es muy buena y no hay riesgos.

26. **PGP-26: Movimientos de tierra (Alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial)**

Durante el periodo no se realizaron trabajos de excavación.

27. **PGP-27: Movimientos de tierra (Corta de árboles)**

Durante el presente periodo de informe no se gestionaron permisos de aprovechamiento forestal ni informes de regencia forestal.

28. **PGP-28: Movimientos de tierra (Alteración de sitios arqueológicos)**

Durante el periodo no realizaron movimientos de tierra.

29. **PGP-29: Movimiento de tierras (conformación sitios de construcción, escombrera)**

Durante el periodo no realizaron movimientos de tierra para ingresar material a la escombrera. Sin embargo, se extrajo tierra en un sector de la escombrera para el relleno de las fosas de la PTAR. El sitio corresponde a un sector sin vegetación y que permitía el aprovechamiento del material, y con un tramo de transporte muy corto a la PTAR.

30. **PGP-30: Movimiento de tierras (Distorsión del comportamiento por modificación del hábitat)**

Durante el periodo no realizaron movimientos de tierra.

31. **PGP-31: Producción de concreto (Afectación de la calidad de las aguas por descargas de efluentes de la planta de concreto)**

La Planta de Concreto actualmente está deshabilitada.

V. Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo con el seguimiento ambiental realizado de enero a junio del 2023, la Planta y el Campo Geotérmico Las Pailas se encuentran operando con normalidad, cumpliendo con la gestión ambiental. A continuación, se exponen las principales conclusiones del seguimiento:

1. De acuerdo con controles operacionales, tanto en Planta como en el Campo Geotérmico, se realizan mantenimientos preventivos y programados de equipos y vehículos, lo que permite mantener las unidades y dispositivos en buenas condiciones y evitar accidentes laborales, ambientales, además de evitar el aumento de ruido al área de influencia.

2. Se mantienen las rutas de inspección en áreas de trabajo que permiten verificar el cumplimiento de medidas de control ambiental, ante la detección de no conformidades, se aplican las acciones correctivas pertinentes para garantizar la ejecución de los planes acción y la mejora continua de los procesos.

3. Se mantiene el control y gestión de residuos desde charlas de refrescamiento al personal sobre el manejo de residuos, hasta la entrega y trazabilidad de los estos. Los certificados de la gestión de residuos aún no se han recibido, por lo que se presentarán en el próximo informe.

4. Se verifica la permanencia de equipos, bandejas de contención, kits para el control de derrames en espacios de manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas. De igual forma, estos productos se mantienen en lugares contenidos, que permite direccionar derrames a un tanque de neutralización, el cual se debe dar mantenimiento.

5. Los sitios con almacenamiento de sustancias peligrosas mantienen fichas de seguridad actualizadas. Además, en estos espacios se cuentan con sistemas de seguridad en caso de incendio y quemaduras como extintores por tipo de peligro y duchas lavaojos. Se verifica además la rotulación de información al personal, así como uso de equipos de protección y prohibiciones.

6. Durante el año se realizaron charlas de refrescamiento al personal sobre aspectos ambientales, seguridad y salud en el trabajo, y Sistema de Gestión Ambiental. Esto permite trabajar con el personal que ejecuta las actividades, aspectos de prevención de accidentes y emergencias, además de reforzar el compromiso con mantener buenas prácticas ambientales.

7. Durante el periodo se encuentra en operación el nuevo tanque séptico que remplaza la PTAR en Pailas I, por lo que se realiza el procedimiento de cierre de la Planta de Tratamiento, ejecutando pruebas de trazabilidad de las aguas residuales, para verificar el destino final al tanque séptico. Posteriormente, se

retiran los equipos y rellenan las fosas una vez retiradas todas las aguas residuales por bombeo.

De igual forma se cumplió con los reportes operacionales y muestreos de las aguas residuales durante el semestre.

El ultimo reporte operacional de la PTAR será entregado en julio al Ministerio de Salud, para dar cierre oficial de la Planta.

8. Los taludes en Planta se encuentran estables. En la Unidad I, la nueva geomembrana se desprendió en un sector por los fuertes vientos, por lo cual debe ser reparada. El sector donde se soltó el amarre de la geomembrana no está expuesto, ya que está cubierto por la geomembrana anterior.

9. De acuerdo con la información suministrada de los monitoreos y seguimiento de las variables fisicoquímicas, los niveles de presión sonora, calidad de aguas y aire se mantienen debajo de los parámetros de línea base del proyecto. Por tal razón se descarta alteraciones del ambiente ocasionadas por el aprovechamiento comercial de los recursos geotérmicos que realiza el ICE en el PG Pailas.

10. Pailas desarrolla sus actividades atendiendo los diferentes compromisos adquiridos con sus partes interesadas, además, la línea permanente permite mantener informado a su entorno más cercano y atendiendo de forma oportuna solicitudes y quejas bajo una estricta trazabilidad.

11. En el ámbito biológico, se ha modificado la frecuencia de los monitoreos de fauna silvestre, ya que la actividad de tránsito de maquinaria pesada, vehículos y personal laborando en campo ha disminuido notablemente. Se han aumentado las inspecciones de campo y se ha fomentado la notificación de avistamientos. Se tienen reportes de avistamientos de fauna de talla grande que transita por los caminos externos, cruces de tuberías, entre otros, lo cual refleja que la fauna aún se mantiene en las áreas de influencia del Proyecto.

12. Relacionado al tema de cruces de fauna, se suspende el monitoreo de pasos subterráneos con cámaras trampa, ya que se cuenta con un listado robusto del monitoreo de la efectividad de dichas estructuras. Para el caso de los pasos aéreos se ha observado que la fauna arborícola utiliza pasos naturales producto de la conectividad en algunos tramos de carreteras, especialmente tropas numerosas de mono carablanca, por lo tanto, se han retirado dos pasos de fauna que se encontraban en mal estado y ya no eran funcionales.

13. A nivel de flora es importante resaltar el avance que se ha logrado en los procesos de restauración de ecosistemas boscosos y para el 2023 se realizará un nuevo proceso de remedición de parcelas que permitirá obtener la remoción

de carbono respecto al año base. No se realizaron permisos de aprovechamiento forestal durante este periodo.

14. Se continúa participando de las reuniones virtuales de la Revisión Interna del Sistema de Planta, con personal de Mantenimiento, Civil, Dirección, Gestores Ambientales, Ingeniería Química, Salud y Seguridad en el Trabajo. El seguimiento mensual permite dar continuidad de mejoras mediante planes de acción que son determinados con plazos de ejecución y responsable.

A continuación, recomendaciones para ejecutar en los próximos meses de seguimiento ambiental:

1. Mantener un programa de mantenimiento y monitoreo de las cajas de registro y tanques sépticos, mantener la limpieza continua de la trampa de grasa contigua a los talleres de Planta, además de identificar y pintar según norma las tapas de las cajas de registro del sistema de aguas residuales y pluviales.

2. Realizar periódicamente mantenimiento de los taludes de Planta, para evitar el crecimiento de cepas de zacate que puedan deteriorar la geomembrana. Estos trabajos deben realizarse con equipos de seguridad.

3. 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.

VI. Anexos. Anexo 1. Plan de Gestión Ambiental etapa operativa PG Las Pailas

N° medida	Actividad-acción que provoca el impacto	Factor Ambiental a ser impactado	Impacto Ambiental	Marco legal atinente	Medida (s) ambiental (es)	Responsable (es) Ejecución	Objetivos Ambientales	Costo estimado (Miles US$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
PGP-01	Movilización de vehículos, equipos y maquinaria	Calidad del aire, suelo y agua	Contaminación del aire, suelo y agua producto de la emisión de gases y derrame de hidrocarburos	Ley de tránsito por vías públicas terrestres 7331 (Art.34, 35, 121). Ley orgánica del Ambiente 7554 (Art. 49, 59, 60, 62)	- Cumplir con el programa de mantenimiento preventivo de vehículos, equipo y maquinaria. Los mantenimientos y reparación de vehículos se deben realizar en los centros de mantenimiento automotriz. No se permite 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 CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Reducir las emisiones de gases y evitar derrames de sustancias contaminantes producto de la combustión de hidrocarburos.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental del CSRG, IC y Planta - Registro de mantenimiento de vehículos, equipos y unidades mecánicas asociados al uso en Planta y Campo Geotérmico.	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica
PGP-02	Manejo y disposición de desechos sólidos	Calidad del aire, suelo y agua	Generación y manejo de residuos sólidos	Ley Orgánica del Ambiente 7554: Art. 59, 60, 67, 64. Ley General de Salud 5395. Ley para la Gestión Integral de Residuos 8839 y su reglamento DE 37567-S-MINAET-H. Reglamento general para la clasificación y manejo de los residuos peligrosos DE 37788	- Los residuos deben ser dispuestos temporalmente en sitios techados, con recipientes rotulados, con tapa, y con el color correspondiente para su clasificación por tipo de residuo. Los residuos valorizables deben ser trasladados al centro de trasferencia de residuos, donde serán pesados y registrados para su posterior disposición con un gestor de residuos autorizado por el Ministerio de Salud. Los residuos ordinarios deberán ser separados de los valorizables, para ser dispuestos en contenedores temporalmente (no más de 1 semana). - Capacitar al personal mediante talleres y/o charlas una vez al año sobre el manejo integral de residuos.	Director del CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Evitar la contaminación del aire, agua y suelo debido a la generación y manejo de los residuos sólidos	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental del CSRG, IC y Planta - Registro de residuos generados con cantidades de residuos valorizables y no valorizables. - Registros de asistencia de charla o taller (1 al año) con firma de colaboradores capacitados.	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica
PGP-03	Manejo y disposición de residuos líquidos	Calidad del suelo y agua	Afectación del suelo y calidad del agua por generación y manejo de aguas especiales	Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. 33601. Reglamento de Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales 39887. Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas 42075	- Contar con talleres mecánicos para dar soporte y mantenimiento de equipos electromecánicos e hidráulicos. Estos talleres deben tener sitios para el lavado de los equipos y piezas, y tener disponibles kits para la limpieza y tratamiento en caso de derrames de sustancias peligrosas. Estos sitios deben estar confinados y dirigir posibles derrames a un sistema de tratamiento adecuado, como un tanque de neutralización. En caso de derrame, el residuo debe recuperarse y envase en estañones, para posterior envío al centro de transferencia de residuos. En caso de no habilitar talleres por la temporalidad de las obras, se deben utilizar equipos portátiles de contención de forma preventiva, durante la intervención de los equipos.	Director del CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Evitar la contaminación del agua y suelo debido al manejo de residuos líquidos	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental del CSRG, IC y Planta - Registro de inspecciones mensuales del estado de los talleres, sistemas de contención, disponibilidad de kits para la limpieza de derrames.	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica
PGP-04	Manejo de aguas residuales ordinarias	Calidad del suelo y agua	Afectación del suelo y calidad del agua por generación de aguas residuales	Ley Orgánica del Ambiente 7554: art. 65. Ley General de Salud 5395: Art. 285, 292. Ley de Conservación de la Vida Silvestre 7317: Art. 128. Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales 33601: Art. 4, 12, 15, 16, 62. Código de Buenas Prácticas Ambientales DE 32079	- Realizar el monitoreo del sistema de tratamiento de aguas residuales ordinarias cada seis meses, para determinar el funcionamiento del sistema y calidad de las aguas tratadas, de acuerdo a lo estipulado por el Ministerio de Salud. Para conexiones temporales, se debe conectar al sistema de aguas residuales, ya sea planta de tratamiento o tanque séptico, y cumplir con las indicaciones técnicas y ambientales para su uso y capacitar al personal para el uso adecuado de servicios sanitarios y pilas que se conecten al sistema.	Director del CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Evitar la contaminación del agua y suelo debido a la generación de aguas residuales	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental del CSRG, IC y Planta - Informe semestral del monitoreo del sistema de tratamiento de aguas residuales	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica

N° medida	Actividad-acción que provoca el impacto	Factor Ambiental a ser impactado	Impacto Ambiental	Marco legal atinente	Medida (s) ambiental (es)	Responsable (es) Ejecución	Objetivos Ambientales	Costo estimado (Miles US$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
PGP-05	Manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas	Agua y suelo	Contaminación por el manejo y almacenamiento inadecuado de sustancias peligrosas	Ley gestión integral de residuos 8839: Art. 59, 60, 68, 69. Reglamento General Para La Clasificación y manejo de residuos peligrosos DE 37788	- Los sitios de almacenamiento de combustibles, lubricantes, soda caustica, planta potabilizadora de agua u otras sustancias peligrosas, deben estar confinados con diques de contención de derrames, rotulados y con espacios separados de acuerdo al tipo de sustancia que almacena. Además de contar con dispositivos y materiales para tratamiento y recolección de derrames. Estos sitios confinados deben dirigir posibles derrames a un tanque de neutralización, o envasarlos en estañones, para posterior envío al centro de transferencia de residuos. En caso de obras temporales en las cuales no se puedan habilitar sitios confinados, se deben utilizar equipos portátiles de contención de forma preventiva, durante la intervención de los equipos. El abastecimiento de combustible a maquinaria y equipos deberán realizarse en los sitios diseñados para esta tarea o mediante sistemas móviles definidos para realizar esta operación. - Disponibilidad y actualización de las fichas de datos de seguridad de productos o sustancias peligrosas en los almacenes correspondientes. - Capacitar al personal mediante talleres y/o charlas una vez al año sobre el manejo adecuado de derrames de sustancias peligrosas. - Realizar monitoreos para detección de fugas. En caso de identificar fugas, reportar al área civil, mecánica, instrumentación o eléctrica de acuerdo al tipo de reparación necesaria.	Director del CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Evitar la contaminación del agua y suelo por derrame de sustancias peligrosas	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental del CSRG, IC y Planta - Registro de controles operacionales, según rutas de inspección realizadas en áreas de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. - Registros de derrames identificados y atendidos - Verificación de la disponibilidad de las fichas de datos de seguridad. - Registros de asistencia de charla o taller (1 al año) con firma de colaboradores capacitados. - Registro de monitoreos y reportes realizados para reparación de fugas de tanques, tuberías, bombas y/o equipos que contienen o transportan sustancias peligrosas.	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica
PGP-06	Consumo de agua	Cantidad del agua	Agotamiento de agua	Ley Prevención de la contaminación del agua 7554: Art. 64. Ley general de agua potable 1634: Art. 14.	- Monitorear el estado de tuberías y grifos. En caso de identificar fugas o algún desperfecto, reportar al área civil para su reparación. Usar en la medida de lo posible dispositivos para optimizar el consumo de agua como inodoros de ahorro de agua, grifería automática, hidrolavadoras, entre otros. Los horarios de riego de zonas verdes deben adecuarse para que el uso del agua sea eficiente y realmente aprovechado, evitando el desperdicio del recurso. Durante la época seca no se deberá regar zonas verdes entre las 09:30 a las 16:00 horas.	Director del CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Racionar el consumo de agua. Respetar los volúmenes de caudal otorgados por la Dirección de Aguas.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG, IC y Planta - Registro de monitoreos que verifiquen el estado de tuberías. Reportes y seguimiento de su reparación.	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica
PGP-07	Movilización de vehículos, equipos y maquinaria	Fauna y Social	Posibilidad de accidentes y afectación a fauna por movilización de vehículos	Ley de tránsito por vías públicas 7331: Art. 121 Ley Orgánica Ambiente 7554: Art. 59, 60	- Respetar las restricciones de velocidad definidos y rotuladas por el MOPT en las rutas d acceso.	Director del CSRG, IC y Planta – (Personal ICE)	Respetar los límites de velocidad en el AID para evitar accidentes y aumento del ruido vehicular.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental del CSRG - Registro de quejas recibidas en el periodo respecto a la velocidad de los vehículos. Las quejas por velocidad de vehículos pueden ser corroboradas con sistema de posicionamiento global (GPS) que cuentan todos los vehículos ICE.	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica

N° medida	Actividad-acción que provoca el impacto	Factor Ambiental a ser impactado	Impacto Ambiental	Marco legal atinente	Medida (s) ambiental (es)	Responsable (es) Ejecución	Objetivos Ambientales	Costo estimado (Miles US$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
PGP-08	Labores de operación y mantenimiento del campo y planta geotérmica	Condiciones de trabajo – Salud Ocupacional	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. Código de Trabajo. Ley General de Salud. Ley sobre Riesgos de Trabajo Ley de Protección al Trabajador	- Verificar la permanencia y operatividad de extintores portátiles y equipos médicos para primeros auxilios. - Indicar mediante rotulación el uso obligatorio de equipo de seguridad y protección (orejeras o tapones, lentes de seguridad, casco y chaleco reflectivo) para personal y visitantes. - Capacitar al personal mediante charlas y/o talleres en temas de prevención, salud y seguridad en el trabajo y atención de emergencias: Protocolos de Salud y Seguridad en el Trabajo, Prevención y control de incendios forestales (ERI), Plan de acción en caso de emergencias ambientales (contingencias) y Amenazas naturales. Desarrollar al menos 1 charla o taller por semestre	Director del CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Prever la ocurrencia de incidentes/accidentes en los sitios de riesgo Capacitar al personal en materia de seguridad ocupacional. Verificar el buen mantenimiento del equipo de protección personal	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG, IC y Planta - Registros sobre mantenimiento y verificación de equipos requeridos para la atención de emergencias. - Registro fotográfico de rotulación, indicando el uso obligatorio de equipo de seguridad y protección. - Registros de asistencia en capacitación al personal en temas seguridad y salud en el trabajo (1 por semestre)	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica
PGP-09	Operación del Campo y Planta geotérmica	Fauna	Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta	DE26042-S-MINAE Convenio 7416: 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.	- Realizar una vez al año una charla o taller al personal sobre protocolos en caso de encontrar fauna silvestre dentro de las propiedades del ICE y periferia. La capacitación debe ser dirigida por un equipo de biología. Debe incluirse el manejo y protección de herpetofauna, y manejo de maquinaria y vehículos para reducir la ocurrencia de atropellos de fauna en carretera. El personal de obras temporales (corto tiempo) deberá conocer el procedimiento a seguir. La alimentación del personal debe darse en comedores habilitados por la institución, asimismo, mantener rotulación sobre no alimentar fauna silvestre. - En caso de detección de plagas (insectos, roedores, serpientes, murciélagos, etc.) deberán reportarse al área biológica de Planta o Recursos Geotérmicos, para su análisis y apropiado tratamiento o fumigación. - En los horarios nocturnos deberá emplearse la menor cantidad de luces posible. Utilizar luminarias de mercurio, luz amarilla o luces de neón, siempre con dirección hacia el suelo.	Director del CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Reducir los impactos sobre la fauna.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG, IC y Planta - Registro de charla o taller al personal con hoja de asistencia una vez al año - Reporte de plagas al área biológica. Seguimiento de la plaga (solución o tratamiento) - Registro fotográfico de uso adecuado de luces en horario nocturno	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica
PGP-10	Presencia de infraestructura (No aplica para IC)	Paisaje	El cambio en la naturaleza del paisaje debido a la inserción de obras	Ley orgánica del Ambiente 7554, Reglamento para prevención de la contaminación visual, DE No. 35860-MINAET	- Dar mantenimiento a las obras de infraestructura conservando estándares de acabados y tonos naturales que armonicen con el entorno, mantenimiento de zonas verdes y pantallas arbóreas y arbustivas.	Director del CSRG y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Disminuir el impacto visual sobre la escena natural del paisaje causado obras y edificaciones.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG - Registro fotográfico para evidenciar el estado de las obras, vallas informativas, zonas verdes y barreras vegetales.	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica
PGP-11	Operación y mantenimiento del Campo y Planta geotérmica (No aplica para IC)	Ruido natural	Generación de ruido por el funcionamiento del equipo electromecánico, mantenimientos y operación de Planta	Control de la Contaminación por Ruido 39428-S DE 39428. Ley Orgánica del Ambiente 7554: Art. 59, 60, 62). Ley General Salud	- Ejecutar el programa de monitoreo de los niveles de ruido cada 2 meses en sectores del campo geotérmico, Planta y sitios sensibles al ruido (Hotel Rincón de la Vieja Lodge, Hotel Hacienda Guachipelín, y Parque Nacional Rincón de la Vieja). En momentos de mantenimiento, perforación de pozos, pruebas o limpieza de tuberías, realizar al menos 1 monitoreo por semana. En la medida de lo posible, las pruebas y limpieza de tuberías se limitarán al horario diurno, en caso de no ser posible, deberá utilizarse sistemas de silenciadores.	Director del CSRG, y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Garantizar que no se superen los niveles de ruido: Industrial: Día 70, Noche 60. Comercial: Día 70, Noche 55. Residencial: Día 65, Noche 45.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental del CSRG y Planta - Informe de los resultados de los monitoreos de ruido. Registros de datos de monitoreo contra norma o datos de línea base.	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo y Planta Geotérmica

N° medida	Actividad-acción que provoca el impacto	Factor Ambiental a ser impactado	Impacto Ambiental	Marco legal atinente	Medida (s) ambiental (es)	Responsable (es) Ejecución	Objetivos Ambientales	Costo estimado (Miles US$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
PGP-12	Operación del campo geotérmico	Calidad del agua	Contaminación del agua por fluidos geotérmicos	Ley Orgánica del Ambiente 7554: art. 59, 60, 67	- Realizar un monitoreo mensual del estado de los sistemas de impermeabilización de las lagunas y tuberías del campo geotérmico. - Ejecutar un monitoreo mensual del pH, cloruros y conductividad de las aguas superficiales dentro del área del campo.	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Realizar un manejo ambientalmente responsable de los fluidos geotérmicos.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG - Registro mensual del estado de los sistemas de impermeabilización y tuberías. - Registro mensual de mediciones de concentraciones de pH, conductividad y cloruros. Incluido en el informe de seguimiento semestral.	Operación del campo geotérmico	Cierre del campo geotérmico
PGP-13	Operación del campo geotérmico	Calidad del agua	Alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, 7779	- Realizar un monitoreo mensual del sistema de evacuación pluvial (drenajes, cunetas y alcantarillas), sedimentadores y disipadores de energía. Si es necesario, realizar la limpieza para su buen funcionamiento.	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Reducir el impacto por la turbidez que genera el arrastre de suelos en las aguas de escorrentía	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG - Registro fotográfico de los sistemas de evacuación pluvial.	Operación del campo geotérmico	Cierre del campo geotérmico
PGP-14	Operación del campo geotérmico	Calidad del agua	Afectación de la fauna acuática por la contaminación del agua	Ley de Aguas. Reglamento sobre características de desechos peligrosos industriales 27000-MINAE. Reglamento para el manejo de desechos peligrosos industriales 27001	- Ejecutar un programa de monitoreo de calidad de agua de los ríos y quebradas cercanos. Realizar análisis físico químico (DBO y nitrógeno amoniacal), datos directos (pH, temperatura y oxígeno disuelto), además de monitoreo de peces y macro invertebrados acuáticos como bio indicadores de calidad de cuerpos de agua.	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Reducir la contaminación por sustancias químicas peligrosas que afecten la fauna acuática existente	Costos incorporados en el presupuesto de construcción del proyecto.	Gestión Ambiental CSRG - Registros del monitoreo físico químico de las aguas de los ríos y quebradas (resultados de análisis de laboratorio, registro fotográfico, bases de datos).	Operación del campo geotérmico	Cierre del campo geotérmico
PGP-15	Emisión de gases no condensables H_2S	Suelo	Riesgo de cambios en la composición química de los suelos	Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de suelo, y su reglamento Decreto 29375 MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT.	- Realizar un análisis químico del suelo 5 años posterior a la entrada en operación (2024), en un radio de 1 km alrededor de la Planta. Por lo menos 5 sitios de muestreo / campaña de muestreo. Parámetros: pH en H_2O, 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)	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Impulsar la conservación de los suelos de forma integrada a los demás recursos naturales.	Costo incorporado en el presupuesto de construcción del Proyecto.	Gestión Ambiental CSRG - Informe de compaña de muestro del suelo a 5 años de la entrada de operación de la planta (2024).	Inicio de las actividades del proyecto	5 años posterior a la entrada en operación (2024)
PGP-16	Plan de restauración y conservación	Cobertura vegetal	Restauración y conservación de ecosistemas boscosos	Ley de Conservación de la Vida Silvestre 7317. Ley de Biodiversidad, 7788. Ley Forestal 7575	- Implementar un plan de restauración y conservación de ecosistemas boscosos en el campo geotérmico.	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Restaurar y conservar ecosistemas boscosos en el campo geotérmico.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG - Registro de implementación de mecanismos de restauración y conservación implementados en el campo geotérmico.	Operación del campo geotérmico	Cierre del campo geotérmico
PGP-17	Presencia de obras civiles y operación del campo geotérmico	Fauna	Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta	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.	- El equipo de biología deberá coordinar las acciones 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. Se deberá registrar cada caso con ubicación del sitio donde fue encontrado el o los individuos. Se debe contar con el equipo adecuado de asistencia y rescate de fauna como guantes de lona y cuero, cajas de madera, jaulas para un transporte adecuado, pinzas y ganchos herpetológicos y botas culebreras o polainas, entre otros.	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Reducir los impactos sobre la fauna. Dar atención a animales amenazados o en peligro.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG - Registro de individuos rescatados y de individuos que recibieron atención veterinaria.	Operación del campo geotérmico	Cierre del campo geotérmico

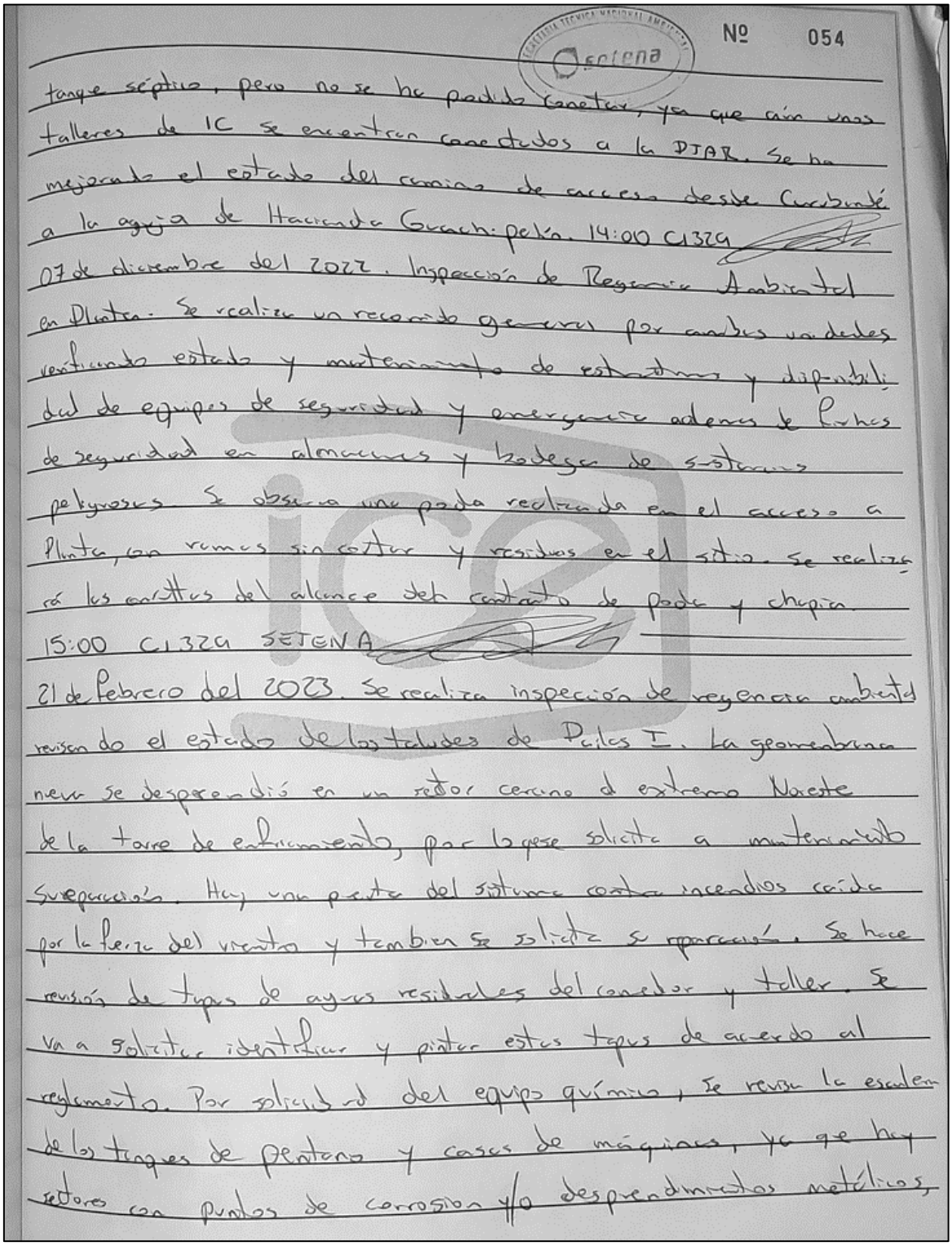
N° medida	Actividad-acción que provoca el impacto	Factor Ambiental a ser impactado	Impacto Ambiental	Marco legal atinente	Medida (s) ambiental (es)	Responsable (es) Ejecución	Objetivos Ambientales	Costo estimado (Miles US$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
PGP-18	Presencia de obras civiles y operación del campo geotérmico	Fauna	Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades asociadas a la operación de la Planta	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	- Realizar monitoreos de aves, anfibios, reptiles y mamíferos en el campo geotérmico para observar cambios espaciales y temporales en su abundancia, distribución y características generales. - Monitorear la efectividad de los pasos de fauna y zonas alrededor que determine el equipo biológico para análisis y propuestas de nuevos pasos de fauna. La frecuencia y duración del monitoreo estará a criterio del biólogo responsable. - En el bosque zonas sometidas a restauración boscosa, realizar dos monitoreos al año por un período de 5 años desde la 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. - Dar mantenimiento a pasos de fauna, a reductores de velocidad, señalización vial, avisos de precaución que indican presencia de animales en la vía puentes y túneles de paso de fauna. Así como dar Mantenimiento de mallas y estructuras alrededor de la Planta, lagunas y plataformas que impiden o minimicen el ingreso de fauna silvestre	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Dar seguimiento a la efectividad de las medidas propuestas para el restablecimiento de fauna silvestre. 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	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG - Registros fotográficos y bases de datos de los resultados de monitoreos de fauna silvestre. - Registros fotográficos y bases de datos de los resultados de monitoreo de la efectividad de los pasos de fauna y zonas alrededor. - Registro de dos monitoreos de fauna al año en zonas de recuperación boscosa. - Registro fotográfico del estado de los reductores de velocidad, rotulación y pasos de fauna.	Operación del campo geotérmico	Cierre del campo geotérmico
PGP-19	Operación de la Planta y del campo geotérmico	Social	Alteración de la cotidianidad de las comunidades (calidad de vida)	Ley Orgánica del Ambiente, 7554 Lineamientos ambientales del Sector Electricidad, 24-00-082-2013 Ley General de Salud, 5395	- Mantener la comunicación permanentemente con las comunidades, empresarios turísticos y administración del Parque Nacional Rincón de la Vieja; para la atención de consultas, solicitudes o denuncias respecto a la operación de la Planta. - Coordinar en conjunto con el Gestor Social de la Región, al menos una reunión cada seis meses con las Asociaciones de vecinos en las comunidades del área de influencia social, para tratar asuntos relacionados con la operación de la planta y 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. - Fomentar en conjunto con el Gestor social del Región un Programa de Educación Ambiental con el público externo (comunidades y centros educativos del área de influencia social) orientado principalmente en los temas de gestión de residuos sólidos y manejo del recurso hídrico. -	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Prevenir conflictos sociales por medio de una adecuada atención de las necesidades comunales y comerciales. Sensibilizar y propiciar que la población local aprenda del proceso de la generación geotérmica.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG - Registro de consultas, solicitudes y denuncias recibidas en el periodo de seguimiento ambiental. - Registro de reuniones con Asociaciones de Desarrollo, vecinos de comunidades del área de influencia. - Informes semestrales de implementación del Plan de Educación Ambiental. Cantidad de capacitaciones desarrolladas en las comunidades.	Operación del campo geotérmico	Cierre del campo geotérmico
PGP-20	Perforación de pozos geotérmicos (Exclusiva para perforación)	Calidad del aire	Efectos sobre la salud de las personas producto de la emisión de gases no condensables, principalmente el H_2S.	DE-30221-S- Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5) - Ley orgánica del Ambiente (Art. 49, 59, 60, 62)	- Se deben colocar en el sitio, equipos para la medición de H2S y CO2, Estos equipos deben contar con alarmas audibles (10 ppm de H2S, 5000 ppm de CO2), que permitan a los encargados de los procesos tomar medidas para resguardar la integridad de los trabajadores. Realizar monitoreo de CO2 y H2S en sitios de perforación y durante la apertura de pozos en periodos de pruebas. En las perforadoras se deberá contar con sistemas de respiración asistida.	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Garantizar que la emisión de gases no condensables no produce efectos negativos sobre la salud de los trabajadores.	Costos incorporados en el presupuesto	Gestión Ambiental CSRG - Informe de monitoreo y revisión del estado y disponibilidad de los equipos de seguridad y de medición de gases	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos

N° medida	Actividad-acción que provoca el impacto	Factor Ambiental a ser impactado	Impacto Ambiental	Marco legal atinente	Medida (s) ambiental (es)	Responsable (es) Ejecución	Objetivos Ambientales	Costo estimado (Miles US$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
PGP-21	Perforación de pozos geotérmicos (Exclusiva para perforación)	Calidad del suelo y agua	Contaminación del suelo y agua producto del derrame de hidrocarburos	Ley Orgánica del Ambiente 7554 (art. 59, 60, 67, 64) Ley General de Salud, 5395, Ley para la Gestión Integral de Residuos, 8839 y su reglamento DE 37567-S-MINAET-H, Decreto 37788 Reglamento general para la clasificación y manejo de los residuos peligrosos	- El combustible debe almacenarse en tanques con un sistema de contención (confinamiento) para evitar derrames en suelo. Para el llenado de los tanques, contar con rampas para direccionar posibles fugas en el proceso de descarga. Si existe un derrame, este será dirigido a trampas para aguas oleaginosas. - Se debe contar con Permiso almacenamiento de combustibles. - Contar con talleres mecánicos para dar soporte y mantenimiento de motores, equipos electromecánicos e hidráulicos. Estos talleres deben tener sitios para el lavado de los equipos y piezas. Los residuos generados producto del mantenimiento de trampas y equipos deben ser recolectados y enviados al Centro de Acopio para gestionar su disposición final -	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Evitar derrames de sustancias contaminantes producto del abastecimiento de hidrocarburos y mantenimiento de equipos y maquinaria.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental del CSRG - Verificación del estado de los tanques de almacenamiento, sistema de contención y limpieza de trampas. - Certificado de permiso de almacenamiento de combustibles. - Registro fotográfico del estado de los talleres mecánicos donde se realiza mantenimiento de equipos y los sitios consignados para el lavado de piezas	Operación del Campo y Planta Geotérmica	Cierre del Campo Geotérmico
PGP-22	Perforación de pozos geotérmicos (Exclusiva para perforación)	Paisaje	Alteración del paisaje	Ley orgánica del Ambiente (59, 60, 71, 72)	- Los residuos generados en los sitios de perforación deben colocarse temporalmente en áreas específicas de la plataforma y en recipientes con tapa separados por tipo de residuo, para ser dispuestos posteriormente en el centro de trasferencia de residuos del campo geotérmico. Al finalizar las labores de perforación, la plataforma debe quedar ordenada y todos los elementos de la perforadora deben ser retirados.	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Reducir el impacto visual generado durante la perforación de pozos geotérmicos.	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental CSRG: - Inspecciones semanales de los sitios de perforación, registros fotográficos de las inspecciones.	Inicio de la perforación	Fin del proceso perforación de pozos
PGP-23	Obras civiles	Suelo	Posibilidad de caída de material y desestabilización de terrenos	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, 7779	- Realizar monitoreos del estado de los taludes en Planta. Solicitar la estabilización de los mismos si es requerido mediante la reparación de geo membrana, sustitución o eliminación del material, siembra de vetiver, entre otras.	Director de Planta NG (Gestión ambiental)	Evitar accidentes y desestabilización de terrenos	Costo incorporado a la operación de la planta	Gestión Ambiental del NG. - Registro fotográfico del estado de los taludes	Inicio de operación de Planta	Cierre de Planta
PGP-24	Emisión de gases no condensables (H_2S, pentano y otros)	Calidad del Aire	Contaminación del aire por emisiones de gases: H_2S, pentano y otros	DE-30221-S - Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5)	- Realizar un monitoreo de las concentraciones de gases (H2S, pentano y otros) una vez al mes. Ejecutar los monitoreos de manera continua durante los mantenimientos. - Realizar cada seis meses la revisión del estado de los equipos de medición de gases (H2S, pentano y otros). Incluyendo los sensores fijos ubicados en los sitios confinados de la planta. Atender las especificaciones y recomendaciones del fabricante en cuanto a calibración y mantenimiento. - Los sitios de almacenaje o tanques de gases deberán están rotulados y pintados de acuerdo a la normativa	Director de Planta– (Área química)	Garantizar que la emisión de gases no condensables no produce efectos sobre la salud de los trabajadores. Considerar los umbrales permitidos de concentración de gas indicados por la Organización Mundial de la Salud sobre el H_2S (≤ 0,1 ppm promedio 24 H)	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Área Química de Planta - Informes del monitoreo de la concentración del H2S y pentano. - Informe de seguimiento semestral de la disponibilidad y estado de los equipos de medición, incluyendo sensores fijos. - Estado de rotulación y pintura (fotografías)	Inicio de operación de Planta	Cierre de Planta

N° medida	Actividad-acción que provoca el impacto	Factor Ambiental a ser impactado	Impacto Ambiental	Marco legal atinente	Medida (s) ambiental (es)	Responsable (es) Ejecución	Objetivos Ambientales	Costo estimado (Miles US$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
PGP-25	Consumo de agua potable	Calidad del agua	Alteración de la calidad de agua	Ley Prevención de la contaminación del agua, 7554 Art. 64 Ley general de agua potable 1634: Art. 14.	- Realizar análisis de calidad de agua Nivel 1 dos veces al año, monitoreando captación (fuente), tanques de almacenamiento antes y después del sistema de desinfección, y red (punto más cercano, medio y más lejano al sitio de desinfección) - Realizar análisis de calidad de agua Nivel 1, 2 y 3 una vez al año, monitoreando los mismos sitios indicados anteriormente. - Continuar con el Control Operativo de los Acueductos cada 15 días con las variables pH, Turbiedad y Cloro Residual - Ejecutar un monitoreo de aguas residuales cada cuatro meses de acuerdo a parámetros de Aguas Residuales Ordinarias vertidas a un Cuerpo Receptor (pH, DBO, DQO, Solidos sedimentables, Solidos suspendidos totales, SAAM, Grasas y Aceites, Temperatura, Porcentaje de saturación, Oxígeno disuelto	Director de Planta NG (Gestión ambiental)	Evitar la contaminación del agua y enfermedades a los colaboradores y población en general	Costo incorporado a la operación de la planta	Gestión Ambiental del NG. - Informe cuatrimestral de monitoreos de calidad de agua - Informe semestral de Calidad de agua al Ministerio de Salud - Informe del control operativo de acueductos - Informe del monitoreo de aguas residuales	Inicio de operación de Planta	Cierre de Planta
PGP-26	Movimientos de tierra	Calidad del agua, Fauna Acuática	Alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, 7779. Reglamento Evaluación y Clasificación Calidad de Agua Superficial de la Legislación Nacional Decreto 33903 MINAE S	- Previo a iniciar con labores de movimiento de tierras, se debe realizar mantenimiento de los sistemas de evacuación pluvial. Monitorear semanalmente los sistemas de evacuación de aguas y sedimentación. En lo posible, no realizar las actividades de excavación y conformación de terrenos durante los periodos de lluvias intensas. En momentos de movimientos o conformación de tierra, se debe controlar el agua por medio de barreras de retención y zanjas para conducirla a las trampas de sedimentación antes de su descarga.	Director del Proyecto (Gestión ambiental)	Reducir el impacto por la turbidez que genera el arrastre de suelos en las aguas de escorrentía	Costo incorporado en el presupuesto	Unidad Gestión ambiental Proyecto – - CS. Gestión Ambiental. - Informe de seguimiento ambiental del proyecto donde se registren los monitoreos de los sistemas de evacuación de aguas	Inicio de las actividades del proyecto	Fin de proyecto
PGP-27	Movimientos de tierra	Flora	Corta de árboles	Ley forestal 7575, Reglamento DE 25721, Ley Conservación de la Vida Silvestre 7317 y su Reglamento DE 32633. Ley Biodiversidad 7788 y su Reglamento DE 34433.	- En caso de requerir realizar corta de árboles con diámetro medido a la altura del pecho (dap) mayor a 15 cm, se deben tramitar el permiso de aprovechamiento forestal ante la autoridad correspondiente (MINAE, SINAC), en cumplimiento con la Ley Forestal.	Director del Proyecto (Gestión ambiental)	Evitar corta de árboles. Contar con los permisos respectivos para la corta de árboles	Costo incorporado en el presupuesto	Unidad Gestión ambiental Proyecto: CS. Gestión Ambiental, recursos Geotérmicos o Negocio Generación; depende de los alcances dentro de los Acuerdos de Servicios que se generen previamente entre las partes. - Permisos de corta de árboles	Antes del Inicio de los movimientos de tierras	Fin del proyecto

N° medida	Actividad-acción que provoca el impacto	Factor Ambiental a ser impactado	Impacto Ambiental	Marco legal atinente	Medida (s) ambiental (es)	Responsable (es) Ejecución	Objetivos Ambientales	Costo estimado (Miles US$)	Supervisor -Indicadores de Desempeño del Monitoreo – Control de cumplimento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
PGP-28	Movimiento de tierras	Patrimonio arqueológico	Alteración de sitios arqueológicos.	Ley Patrimonio Arqueológico Nacional, 6703, Reglamento de Trámites para los Estudios Arqueológicos DE 28174-MP-C-MINAE-MEIC	- Realizar el diagnóstico arqueológico en caso de la necesidad de movimientos de tierra.	Director del Proyecto (Gestión ambiental)	Prevenir alterar Patrimonio Arqueológico	Costo incorporado en el presupuesto	Unidad Gestión ambiental Proyecto: CS. Gestión Ambiental, recursos Geotérmicos o Negocio Generación; depende de los alcances dentro de los Acuerdos de Servicios que se generen previamente entre las partes. - Reporte de arqueología sobre el terreno	Antes del Inicio de las actividades del proyecto	Fin del proyecto
PGP-29	Movimiento de tierras - conformación sitios de construcción, escombrera	Suelo y Agua	Desestabilización de terrenos en escombrera, erosión y sedimentos en ríos.	Ley orgánica del Ambiente 7554, Reglamento para prevención de la contaminación visual, De 35860-MINAET	- Todos los materiales extraídos a partir de los movimientos de tierra deben ser colocados en la escombrera, acomodarse y compactarse de tal manera que se ajuste a las condiciones geomorfológicas del terreno y según criterios geotécnicos para garantizar la estabilidad. El transporte del material debe hacerse en un camión con una lona que cubra la carga, para reducir los derrames en el camino. - Cuando se realice el cierre de la escombrera, ésta no deberá tener una inclinación mayor al 15%. Además, la capa superior deberá ser cubierta con tierra orgánica, de tal manera que promueve la re-vegetación del sitio al menor tiempo posible.	Director del Proyecto (Gestión ambiental)	Estabilización de la escombrera para regeneración natural. Reducir los procesos de erosión, y evitar la caída de sedimentos a los ríos y quebradas.	Costo incorporado en el presupuesto	Unidad Gestión ambiental Proyecto – - CS. Gestión Ambiental - Informe semanal del seguimiento de acarreo de materiales y monitoreo del acondicionamiento de la escombrera. - Disponible el Plan de acondicionamiento final de la escombrera	Antes del Inicio de las actividades del proyecto	Fin del proyecto
PGP-30	Movimiento de tierras	Fauna	Distorsión del comporta-miento por modificación del hábitat. Disminución de individuos (Tala de árboles, movimientos de tierras, interrupción de paso de fauna, atropello y colecta)	Ley Orgánica del Ambiente 7574. Ley Conservación de Vida Silvestre 7317 Ley de Biodiversidad No 7788	- 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.	Director del Proyecto (Gestión ambiental)	Reducir la pérdida de fauna silvestre del AP debido a la pérdida del hábitat por efecto de la fase constructiva y ejecución del Proyecto.	Costo incorporado en el presupuesto	Unidad Gestión ambiental Proyecto: CS. Gestión Ambiental, Recursos Geotérmicos o Negocio Generación; depende de los alcances dentro de los Acuerdos de Servicios que se generen previamente entre las partes. - Registro de individuos que recibieron atención veterinaria.	Antes del Inicio de las actividades del proyecto	Fin del proyecto
PGP-31	Producción de concreto	Agua	Afectación de la calidad de las aguas por descargas de efluentes de la planta de concreto	Ley Orgánica del Ambiente 7574 DE 33903 MINAE S Reglamento Evaluación y Clasificación Calidad de Agua Superficial de la Legislación Nacional	- Monitorear el estado de la planta y sedimentador al menos una vez al mes. Los residuos de la planta de concreto deberán dirigirse a una laguna de sedimentación. Se debe hacer retiro del material al alcanzar un 75% de su capacidad. El material extraído debe ser ubicado temporalmente en un sedimentador natural (fosa) de la escombrera para que seque y posteriormente hacer la disposición final en la escombrera.	Director del Proyecto (Gestión ambiental)	Evitar la afectación de la calidad de las aguas por la producción de concreto	Costo incorporado en el presupuesto	- Registros mensuales del estado de la planta de concreto y laguna de sedimentación	Durante las actividades del proyecto Operación de la Planta de concreto	Fin del proyecto

Anexo 2 – Anotaciones de Bitácora



Nº 054

tanque séptico, pero no se ha podido conectar, ya que aún unos talleres de IC se encuentran conectados a la DTAR. Se ha mejorado el estado del camino de acceso desde Curubandé a la aguja de Hacienda Guachipelín. 14:00 C1329

07 de diciembre del 2022. Inspección de Regencia Ambiental en Planta. Se realiza un recorrido general por ambas unidades verificando estado y mantenimiento de extintores y disponibilidad de equipos de seguridad y emergencia además de Fichas de seguridad en almacenes y bodegas de sustancias peligrosas. Se observa una poda realizada en el acceso a Planta, con ramas sin cortar y residuos en el sitio. Se realizará los arreglos del alcance del contrato de poda y chapia.

15:00 C1329 SETENA

21 de Febrero del 2023. Se realiza inspección de regencia ambiental revisando el estado de los taludes de Pailas I. La geomembrana nueva se desprendió en un sector cercano al extremo Noreste de la torre de enfriamiento, por lo que se solicita a mantenimiento su reparación. Hay una parte del sistema contra incendios caída por la fuerza del viento y también se solicita su reparación. Se hace revisión de tapas de aguas residuales del comedor y taller. Se va a solicitar identificar y pintar estas tapas de acuerdo al reglamento. Por solicitud del equipo químico, se revisa la escalera de los tanques de pentano y casas de máquinas, ya que hay sectores con puntos de corrosión y/o desprendimientos metálicos,

setena Nº 055

lo que impide realizar muestreos de gases de forma completa se detectan algunas vigas con corrosión y partes separadas por completo de la escalera. Por lo que se solicita en la RIS la inspección del equipo de SST y propongan soluciones al respecto. El Centro de transferencia de residuos se encuentra ordenado y poco residuo. Los almacenes de sustancias peligrosas limpios, ordenados y con fichas de seguridad. Se visita en nuevo espacio de comedor y baño que se habilitó al personal de mantenimiento, aprovechando instalaciones de la etapa constructiva. 13:30 CI 329 SETENA

22 de marzo del 2023. Inspección de regencia ambiental Planta Pailas. Se inspeccionan los almacenes de sustancias peligrosas, la cuales están limpias, ordenadas y rotuladas. El Centro de transferencia de residuos ha recibido material, el cual debe gestionarse en los próximos meses. Se inspeccionan tapas de Aguas residuales en edificios anexos como comedor y laboratorio químico. Se visita el nuevo tanque séptico que opera y sustituye correctamente la PTAR. En la PTAR se está bombeando aguas residuales de los fosas para el lecho de secado. 14:00 329-SETENA

17 de abril del 2023. Se realizan las pruebas de tintes en el sistema de aguas residuales de Pailas I. Se aplica tinte rojo desde las pilas de los talleres, identificando la trayectoria del tinte por las tuberías hasta llegar al nuevo tanque séptico, pasando también por el tanque séptico de Ingeniería y Construcción. Se descarta la llegada de aguas residuales a la PTAR y se

Nº 056

setena

detecta obstáculos en cajas de registro y válvulas, las cuales se solicita dar mantenimiento. 14:00 CI 329 SETENA

26 de abril 2023. Se realiza la segunda prueba de tintes por el sistema de aguas residuales, esta vez desde sanitarios de sala de operación, almacen, laboratorio químico y talleres, corroborando la llegada de aguas residuales a los tanques sépticos y no a la PTAR. Se inspecciona taludes de Pulas I, aun no se ha reparado la geomembrana de cedis por la fuerza del viento. 15:00 CI 329

04 de mayo del 2023. Acompañamiento a la visita de funcionarios del BID a Planta para seguimiento ambiental y operativo de Pulas según compromisos adquiridos para el financiamiento de Pulas II. 13:00 CI 329 SETENA

21 de junio del 2023. Visita a la Planta de tratamiento de Aguas residuales de Pulas I, la cual fue desincorporada, se retiraron los equipos mecánicos, se secaron todas las aguas residuales de las fosas y se rellenaron con material de tierra de un sector de la escombrera. Se concluye el proceso de la PTAR y se entregará al Ministerio de Salud el último informe operativo para realizar cierre oficial. 12:00 md CI 329 SETENA