

Informe de Regencia Ambiental	
N° de expediente	N° 0788-2004-SETENA
Nombre del proyecto	Proyecto Geotérmico Pailas
Informe ambiental N° (MM/AAAA)	12/2023
Periodo de cubre el informe	Julio – noviembre 2023
Porcentaje de avance de obras	100% Etapa operativa
Porcentaje de avance de medidas ambientales	100% Etapa operativa

Ubicación					
Provincia	Guanacaste	Cantón	Liberia	Distrito	Curubandé
Localidad	9 km NE de Curubandé		Coordenadas	1 190 200 N / 353 000 E	
N° Plano catastro	G-956273-2004 (180)				5-150528-000
	G-952891-2004 (181)				5-150527-000
	G-953325-2004 (182)				5-150529-000
	G-948737-2004 (2812)				5-150526-000
	G-952714-2004 (2813)				5-150533-000
	G-1660946-2013 (4180)				5-069112-000
	G-1180016-2007 (4036)				5-228477-000
	G-1100590-2006 (4225)				5-245765-000

Empresa desarrolladora		Instituto Costarricense de Electricidad	
Representante legal	Cesar Andrés Roque Siles		
Teléfono	2000-6198	Correo electrónico	ceroque@ice.go.cr

Responsable ambiental			
Nombre del regente	Carlos Alvarez Morales	Registro inscripción SETENA	CI-329-16
Teléfono	2000-3201	Vigencia	18/01/2026
Correo electrónico	calvarezmo@ice.go.cr		

Garantía, bitácora y seguimiento ambiental			
Resolución de garantía	3180-2019-SETENA	Ubicación de bitácora	Oficina de coordinador de Planta
Monto de garantía	\$45,454.00	Periodicidad de informes	Cada seis meses. La información completa del mes de diciembre se incluirá en el próximo informe de regencia.
Vigencia de garantía	01/02/2024		

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Descripción del Proyecto Geotérmico Pailas	3
II.	Registros de cumplimiento ambiental	6
1.	PGP-01: Movilización de vehículos, equipos y maquinaria	6
2.	PGP-02: Manejo y disposición de residuos sólidos	7
3.	PGP-03: Manejo y disposición de residuos líquidos	12
4.	PGP-04: Manejo de aguas residuales ordinarias	12
5.	PGP-05: Manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas	13
6.	PGP-06: Consumo de agua (Agotamiento de agua)	14
7.	PGP-07: Movilización de vehículos, equipos y maquinaria (Posibilidad de accidentes y afectación a fauna por movilización de vehículos).....	15
8.	PGP-08: Labores de operación y mantenimiento del campo y planta geotérmica (Accidentes relacionados con el trabajo).....	16
9.	PGP-09: Operación del Campo y Planta geotérmica (Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades)	18
10.	PGP-10: Presencia de infraestructura (El cambio en la naturaleza del paisaje debido a la inserción de obras)	20
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).....	20
12.	PGP-12: Operación del campo geotérmico (Contaminación del agua por fluidos geotérmicos).....	23
13.	PGP-13: Operación del campo geotérmico (Alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial).....	24
14.	PGP-14: Operación del campo geotérmico (Afectación de la fauna acuática por la contaminación del agua).....	25
15.	PGP-15: Emisión de gases no condensables H ₂ S (Riesgo de cambios en la composición química de los suelos).....	31
16.	PGP-16: Plan de restauración y conservación (Restauración y conservación de ecosistemas boscosos).....	32
17.	PGP-17: Presencia de obras civiles y operación del campo geotérmico (Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades a la de la Planta)	32

18. PGP-18: Presencia de obras civiles y operación del campo geotérmico (Efectos sobre la fauna por presencia de obras civiles y actividades de la Planta)	33
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 H ₂ S) 45	
21. PGP-21: Perforación de pozos geotérmicos (Contaminación del suelo y agua producto del derrame de hidrocarburos)	45
22. PGP-22: Perforación de pozos geotérmicos (Alteración del paisaje).....	45
23. PGP-23: Obras civiles (Posibilidad de caída de material y desestabilización de terrenos)	45
24. PGP-24: Emisión de gases no condensables (H ₂ S, pentano y otros)	46
25. PGP-25: Consumo de agua potable (Alteración de la calidad de agua)	47
26. PGP-26: Movimientos de tierra (Alteración de la calidad de las aguas de escorrentía superficial).....	47
27. PGP-27: Movimientos de tierra (Corta de árboles).....	47
28. PGP-28: Movimientos de tierra (Alteración de sitios arqueológicos)	47
29. PGP-29: Movimiento de tierras (conformación sitios de construcción)	48
30. PGP-30: Movimiento de tierras (Modificación del hábitat)	48
31. PGP-31: Producción de concreto (Afectación de la calidad de las aguas)	48
III. No conformidades.....	57
IV. Conclusiones y recomendaciones	57
Anotaciones de Bitácora	59
Firmas digitales	61

I. Descripción del Proyecto Geotérmico Pailas

La Planta Geotérmica Pailas 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 1). Pailas II alcanza 55 MW, e inició el 23 de julio del 2019 (Figura 2), para un total de 90 MW de energía renovable, que viene a fortalecer la matriz eléctrica del país.

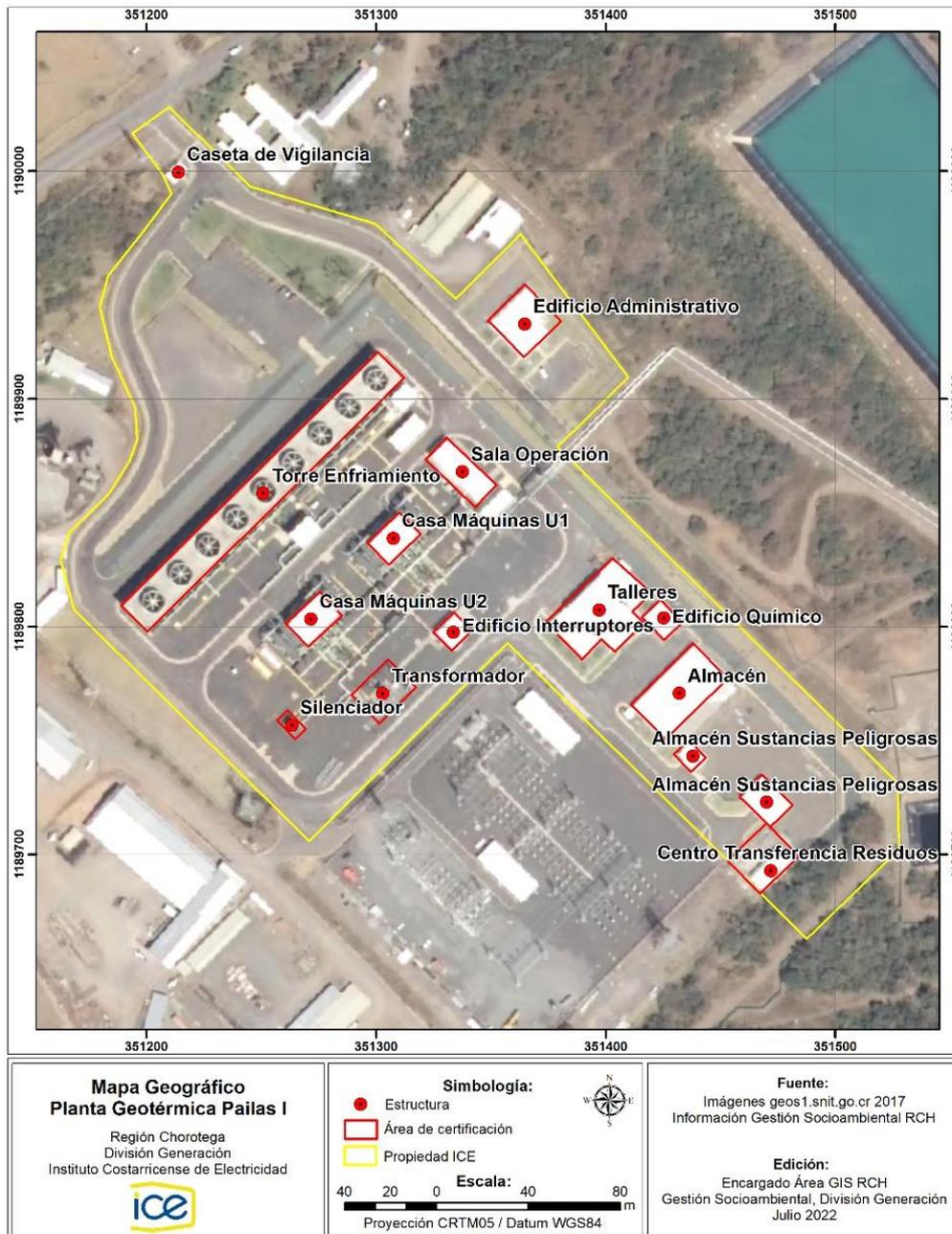


Figura 1 Mapa de localización de la Planta Geotérmica Las Pailas Unidad I

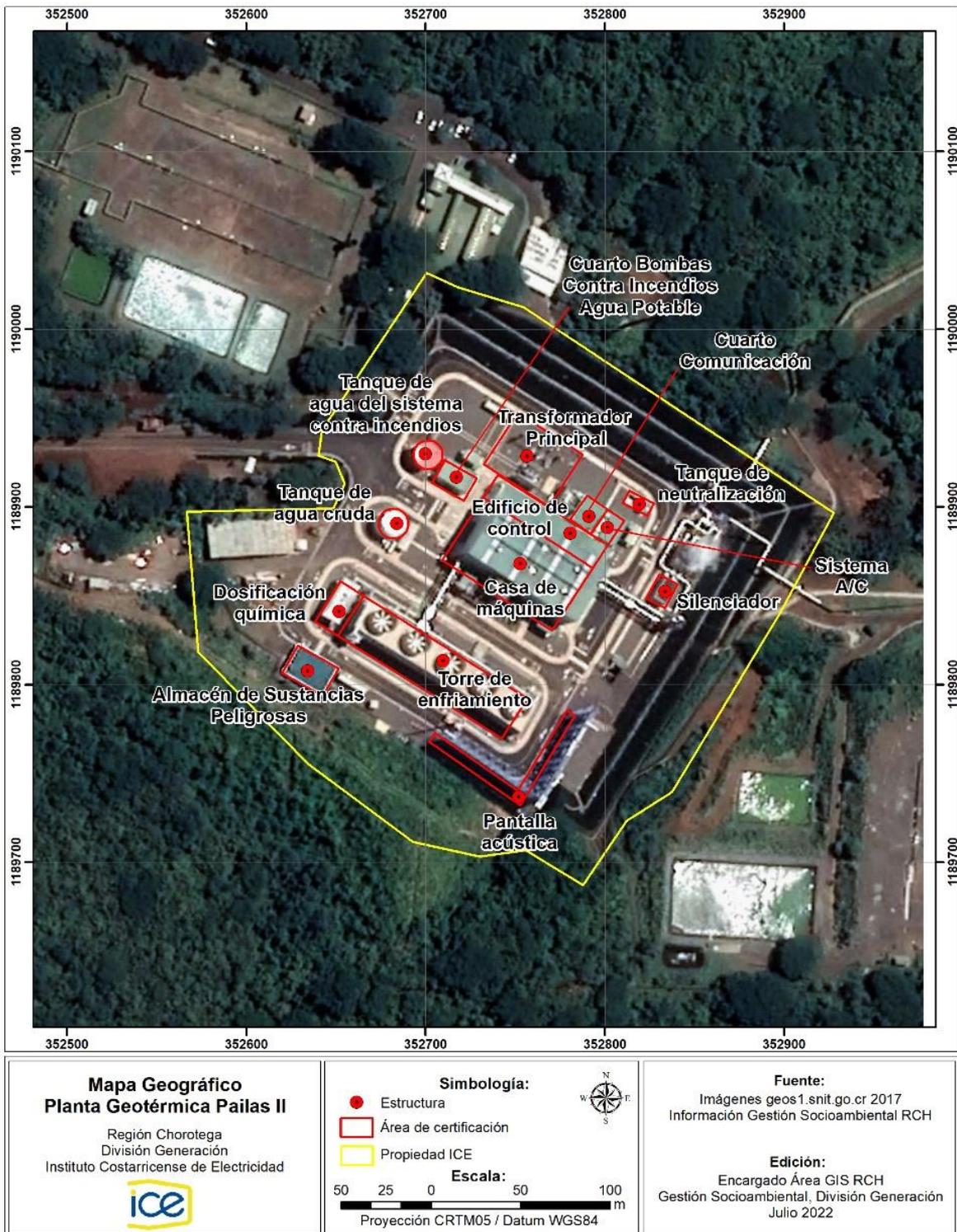


Figura 2 Mapa de localización de la Planta Geotérmica Las Pailas Unidad II

Ambas unidades responden a todo un campo geotérmico conformado por pozos de producción y reinyección, estaciones separadoras de vapor y agua, y lagunas de almacenamiento y enfriamiento de agua (Figura 3).

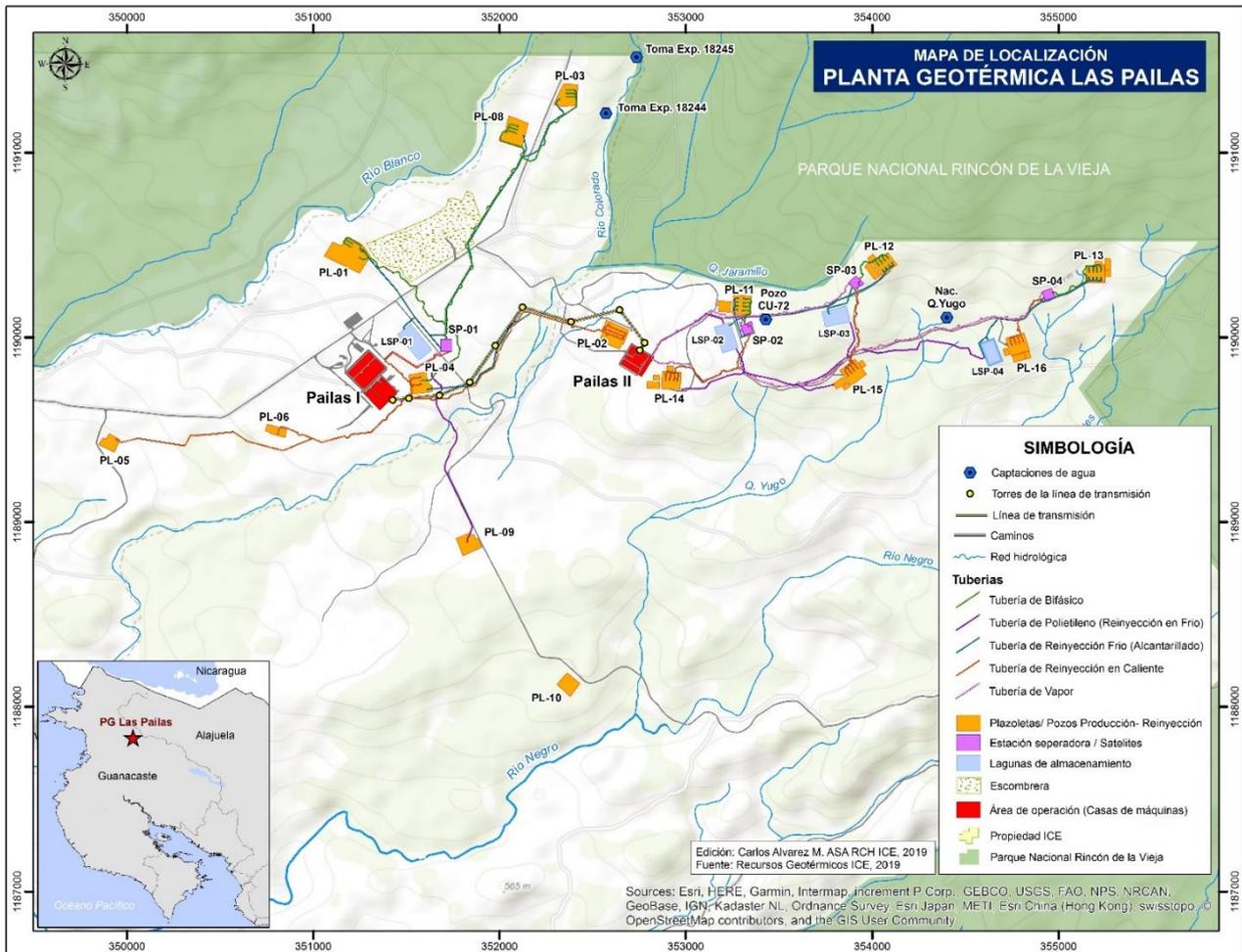


Figura 3. Mapa de localización Planta Geotérmica Las Pailas

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, la División Generación en correspondencia a la operación de la Planta, y la Gestión Ambiental del Centro de Servicio Construcción de la Dirección Gestión de Servicios No Regulados, en casos donde se realice algún mantenimiento o proyecto en el campo geotérmico.

II. Registros de cumplimiento ambiental

1. PGP-01: Movilización de vehículos, equipos y maquinaria

El ICE cuenta con un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos, maquinaria y equipos, el cual, genera reportes de averías y de mantenimiento 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 006287 y 103 006155, utilizados en procesos asociados al Campo Geotérmico Las Pailas (CG Las Pailas).



Figura 4. Ejemplos de Revisión técnica vehicular y marchamo en vehículos institucionales

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 5. Mantenimiento de equipos y maquinaria en taller institucional

En la Figura 6 se presenta el mantenimiento de vehículos asociados a la operación de Planta durante el segundo semestre del 2023.

Equipo	CpoCl.	Aviso	Orden	Descripción	Fecha	Fin de avería	Fin deseado
2002311	6339	7120120		TAPON DE RADIADOR	04.08.2023	03.08.2023	
2002311		7120796	10700061843	CAMBIO DE ACEITE	11.08.2023	10.08.2023	
2002311		7120798	11100149857	CAMBIO ESCOBILLAS	11.08.2023	09.08.2023	
2002311		7120793	11100149858	ROTACION Y BALANCE LLANTAS	11.08.2023	10.08.2023	
2002311		5100006	11700001393	REP. DAÑOS ACCIDENTE SPT-185-2023	29.08.2023		
2002311		7126195	10900033040	DEKRA	13.10.2023	12.10.2023	
2002311		7126896	11100155693	SISTEMA ELECTICO LUCES	23.10.2023	17.10.2023	
2002311		7127311	11100156083	ESCOBILLAS	26.10.2023	24.10.2023	
2003484	8046	7121490	10700062079	CAMBIO DE ACEITE, FILTROS	21.08.2023	17.08.2023	
2004743	8991	7118838	11100147921	CAMBIO RELAY ELECTRICO	17.07.2023	14.07.2023	
2004743		7119303	11100148403	LIQUIDO DE FRENOS	20.07.2023	19.07.2023	
2004743		7119864	10700061413	CAMBIO DE ACEITE	31.07.2023	28.07.2023	
2004743		7119867	11100148895	BALANCEO Y ALINEADO	31.07.2023	28.07.2023	
2004743		7119869	11100148893	ESCOBILLAS	31.07.2023	28.07.2023	
2004743		6079207	11100154769	PASTILLAS, TAMBORES TRASEROS, FAJAS	12.10.2023	20.10.2023	
2004743		7126971	11100155697	ROTACION LLANTAS BALANCEO Y ALINEADO	23.10.2023	20.10.2023	
2004743		7126962	10700064162	CAMBIO ACEITE Y FILTROS	23.10.2023	20.10.2023	
2004744	8992	7122484	10700062012	MR Isuzu D-MAX RBA 4JK-TC-HI	01.09.2023	30.08.2023	04.09.2023
2002311	6339	7120793	11100149858	ROTACION Y BALANCE LLANTAS	11.08.2023	10.08.2023	
2002311		5100006	11700001393	REP. DAÑOS ACCIDENTE SPT-185-2023	29.08.2023		
2002311		7126195	10900033040	DEKRA	13.10.2023	12.10.2023	
2002311		7126896	11100155693	SISTEMA ELECTICO LUCES	23.10.2023	17.10.2023	
2002311		7127311	11100156083	ESCOBILLAS	26.10.2023	24.10.2023	
2003484	8046	7121490	10700062079	CAMBIO DE ACEITE, FILTROS	21.08.2023	17.08.2023	
2004743	8991	7118838	11100147921	CAMBIO RELAY ELECTRICO	17.07.2023	14.07.2023	
2004743		7119303	11100148403	LIQUIDO DE FRENOS	20.07.2023	19.07.2023	
2004743		7119864	10700061413	CAMBIO DE ACEITE	31.07.2023	28.07.2023	
2004743		7119867	11100148895	BALANCEO Y ALINEADO	31.07.2023	28.07.2023	
2004743		7119869	11100148893	ESCOBILLAS	31.07.2023	28.07.2023	
2004743		6079207	11100154769	PASTILLAS, TAMBORES TRASEROS, FAJAS	12.10.2023	20.10.2023	
2004743		7126971	11100155697	ROTACION LLANTAS BALANCEO Y ALINEADO	23.10.2023	20.10.2023	
2004743		7126962	10700064162	CAMBIO ACEITE Y FILTROS	23.10.2023	20.10.2023	
2004744	8992	7122484	10700062012	MR Isuzu D-MAX RBA 4JK-TC-HI	01.09.2023	30.08.2023	04.09.2023
2004744		7126511	10700063214	MR Isuzu D-MAX RBA 4JK-TC-HI	17.10.2023	13.10.2023	20.10.2023
2004744		7127430	11100156324	CAMBIO DE PASTILLAS Y ZAPATAS	27.10.2023	26.10.2023	

Figura 6 Mantenimiento de vehículos asociados a Planta durante el segundo semestre del 2023

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 7).

Los residuos valorizables de Fuentes Geotérmicas se trasladan al centro de transferencia de residuos del Centro de Servicios Recursos Geotérmicos Miravalles ubicado en Fortuna de Bagaces (Figura 8), donde son pesados y registrados para su posterior disposición con gestores de residuos autorizados por el Ministerio de Salud.



Figura 7 Ejemplos de Áreas de acopio temporal de residuos en instalaciones



Figura 8 Centro de transferencia de Residuos del Campo Geotérmico

El campo geotérmico realizó la gestión de residuos relacionado a procesos constructivos por un total de 32 190 kg (Figura 9).




CONSECUTIVO
1451-2023

AGREP FORESTAL S.A.

CERTIFICADO DE RECOLECCIÓN

AGREP FORESTAL S.A.
HACE CONSTAR QUE EN EL PROYECTO DEL ICE:
Proyecto 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	32190	26-27/09/2023- 02/10/2023	1451

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 Octubre, 2023.




 Gerente: Juan Sauma Rossi



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

Figura 9 Certificados de gestion de residuos por Agrep Forestal S.A.



Figura 10 Despacho de residuos por parte de Agrep Forestal S.A.

En julio se realiza la calibración de balanza utilizada para el pesaje de residuos y de esta manera dar trazabilidad a la gestión de residuos generados y gestionados (Figura 11).

MET-CAL Eng				
Market. San José, Costa Rica.				
DECLARACIÓN DE CALIBRACIÓN (CALIBRATION DECLARATION)				
INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD - ICE			Fecha de inicio de la Calibración (Beginn)	
Guayabo, Mogote, Bagaos, Guanacaste.			Fecha de finalización de la Calibración	
804003			Fecha de próxima calibración (due date)	
Balanza electrónica			Lugar de Calibración (Calibration location)	
Brennell			Orden de Trabajo (Work order) n°:	
SBI 100			Especificación de calibración (Calibration specification)	
71400004			Ubicación (Customer Location):	
(0 a 1000) kg			Temperatura (Temperature):	
(0 a 200) kg			Humedad Relativa (Relative humidity):	
0,1 kg			Presión Barométrica (Barometric press):	
Con tolerancias suministradas por el cliente (Statement of Compliance - according with status)				
Ajustes realizados (Adjustments)		Estado		
No se realizaron ajustes				
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (AS FOUND RESULTS)				
Alcance de Acreditación (Accredited scope)	Prueba Punto # (Test Point #)	Estado de Calibración (Certification Status)	Lectura Patrón (Standard reading)	Lectura Instrumento (Instrument reading)
(0)	1	N/A	5,000	5,0
(0)	2	N/A	250,013	250,0
(0)	3	N/A	500,028	500,0
(0)	1	N/A	150,01	150,0
(0)	2	N/A	150,01	150,1
(0)	3	N/A	150,01	150,0
(0)	4	N/A	150,01	150,0
(0)	5	N/A	150,01	150,1
(0)	1	N/A	0,00	0,0
(0)	2	N/A	25,00	25,0
(0)	3	N/A	50,00	50,0
(0)	4	N/A	100,01	100,0
(0)	5	N/A	150,01	150,0
(0)	6	N/A	200,01	200,0
(0)	7	N/A	250,01	250,0
(0)	8	N/A	300,02	299,9
(0)	9	N/A	400,02	400,0
(0)	10	N/A	500,03	500,0
(0)	9	N/A	400,02	400,0
(0)	8	N/A	300,02	299,9
(0)	7	N/A	250,01	250,0
(0)	6	N/A	200,01	200,0
(0)	5	N/A	150,01	150,0
(0)	4	N/A	100,01	100,0
(0)	3	N/A	50,00	50,0
(0)	2	N/A	25,00	25,0
(0)	1	N/A	0,00	0,0

MET-CAL Eng			
Market. San José, Costa Rica.			
DECLARACIÓN DE CALIBRACIÓN (CALIBRATION DECLARATION)			
INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD - ICE		Fecha de inicio de la Calibración (Beginn)	
Guayabo, Mogote, Bagaos, Guanacaste.		Fecha de finalización de la Calibración	
804003		Fecha de próxima calibración (due date)	
Instructivo para la calibración de equipos de pesaje_Comparación directa			
Scales used:			
Serial	Certificado (Certificate)	Trazabilidad (Traceability)	
MCP-0455	MC-CO-23-03-035V	MET-CAL Eng	
MCP-0065	MC-CO-22-01-001AB	MET-CAL Eng	
MCP-0095	MC-CO-23-03-012AL	MET-CAL Eng	
MCP-0098	MC-CO-23-03-016AL	MET-CAL Eng	
MCP-0099	MC-CO-23-03-016AL	MET-CAL Eng	
MCP-0100	MC-CO-23-03-017AL	MET-CAL Eng	
MCP-0101	MC-CO-23-03-016AL	MET-CAL Eng	
MCP-0102	MC-CO-23-03-016AL	MET-CAL Eng	
MCP-0103	MC-CO-23-03-036AL	MET-CAL Eng	
MCP-0104	MC-CO-23-03-021AL	MET-CAL Eng	
MCP-0105	MC-CO-23-03-022AL	MET-CAL Eng	
MCP-0106	MC-CO-23-03-023AL	MET-CAL Eng	
MCP-0107	MC-CO-23-03-024AL	MET-CAL Eng	
MCP-0108	MC-CO-23-03-025AL	MET-CAL Eng	
MCP-0109	MC-CO-23-03-026AL	MET-CAL Eng	
MCP-0110	MC-CO-23-03-027AL	MET-CAL Eng	
MCP-0111	MC-CO-23-03-028AL	MET-CAL Eng	
MCP-0112	MC-CO-23-03-029AL	MET-CAL Eng	
MCP-0113	MC-CO-23-03-030AL	MET-CAL Eng	
MCP-0114	MC-CO-23-03-031AL	MET-CAL Eng	
MCP-0115	MC-CO-23-03-032AL	MET-CAL Eng	
MCP-0116	MC-CO-23-03-033AL	MET-CAL Eng	
MCP-0117	MC-CO-23-03-034AL	MET-CAL Eng	
MCP-0118	MC-CO-23-03-035AL	MET-CAL Eng	
MCP-0119	MC-CO-23-03-036AL	MET-CAL Eng	
MCP-0120	MC-CO-23-03-037AL	MET-CAL Eng	
MCP-0121	MC-CO-23-03-038AL	MET-CAL Eng	
MCP-0122	MC-CO-23-03-039AL	MET-CAL Eng	
Reception date:	No aplica	Fecha de emisión	



MET-CAL Engineering Services S.A.

Guayabos de Curridabat, 250 m Oeste del Fresh Market, San José, Costa Rica.
 Tel/Fax: (506) 2286-4286
 Cédula Jurídica n° 3-101-373718



Laboratorio de Calibración
 Aprobado por Resolución n° 0205
 del 13 de octubre del 2005
 del Ministerio de Ciencia y Tecnología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN (CALIBRATION CERTIFICATE)

Certificado (Certificate) n°: MC-CC-23-07-0455 Rev 1

Cliente (Customer):	INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD - ICE	Fecha de inicio de la Calibración (Beginning cal date):	11/Jul/2023
Dirección (Address):	Guayabo, Mogote, Bagaes, Guanacaste.	Fecha de finalización de la Calibración (Ending cal date):	11/Jul/2023
Código (ID):	804003	Fecha de próxima calibración (Due date):	No aplica

Observaciones (Notes):

Este certificado de calibración sustituye al certificado MC-CC-23-07-0455 debido a que se modifica por se cambia la dirección por Guayabo, Mogote, Bagaes, Guanacaste.

La "Declaración de Conformidad" de los resultados encontrados y después de ajuste de ajuste de medida por solicitud del cliente. Para ello se compara la comparación de la corrección obtenida y la incertidumbre de la medición contra la tolerancia suministrada por el cliente tomando en cuenta la regla de decisión acordada. (The Statement of Compliance of the as found and as left state of calibration is made for request of the customer and according with tolerances supplied by the customer and the decision rule)

Para facilitar su identificación, en la columna "Estado de Calibración" se detallan con: (To facilitate their identification, in the column "Calibration status" is detailed as)

"C" aquellos puntos de prueba cuyos resultados sean Conformes de acuerdo con la tolerancia suministrada por el cliente tomando en cuenta la corrección obtenida, la incertidumbre de la medición y la regla de decisión establecida. (Test points with conforming results, according to tolerances provided by customer taking into account the correction, the uncertainty of measurement and the established decision rule)

"NC" aquellos puntos de prueba cuyos resultados sean No Conformes de acuerdo con la tolerancia suministrada por el cliente tomando en cuenta la corrección obtenida, la incertidumbre de la medición y la regla de decisión establecida. (Test points with nonconforming results, according to tolerances provided by customer taking into account the correction, the uncertainty of measurement and the established decision rule)

"NA" cuando no aplica el uso de Tolerancia de calibración. (Calibration tolerance does not apply)

La regla de decisión para evaluar la conformidad de esta calibración es la basada en la aceptación simple propuesta en el documento IAC-G-9-2019, con lo cual se reduce una probabilidad de no conformarse mayor al 50% a una probabilidad de conformidad de menor del 50%. (The decision rule to evaluate the conformity of this calibration is based on the simple acceptance proposed in document IAC-G-9-2019, where the risk corresponds to a probability of non-conformity less than 50%, and a probability of conformity of less of 50%.)

Los resultados reportados corresponden al promedio de 3 repeticiones y cumplen únicamente al instrumento bajo calibración en condiciones ambientales y condiciones de uso en el momento de realizar la calibración. (Reported results correspond to the average of 3 repetitions and are only for the instrument under calibration in environmental conditions and conditions of use at the time of calibration)

La fecha de próxima calibración y su inclusión en este certificado fueron establecidas por el cliente o solicitante. (Calibration due date was established by the customer)

En la columna "Alcance de Acreditación" se indican los puntos de calibración que se encuentran Dentro (*) o Fuera (**) del alcance de acreditación de MET-CAL Engineering Services S.A.; esta alcance puede ser consultado en la página web del ECA: www.eca.or.cr. (Accreditation Scope column indicates the calibration points that are within (*) or out (**) the accreditation scope of MET-CAL. This scope can be consulted on the ECA's website www.eca.or.cr)

La incertidumbre reportada es expandida y se obtuvo de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por un factor de cobertura $k = 2$, alcanzando un nivel de confianza de 95.45%. La incertidumbre estándar de la medición se determinó conforme al documento "JCGM 100:2008 Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement" en el cual se toma en cuenta la incertidumbre de los patrones, del método de calibración, de los instrumentos bajo calibración, la certificación propia del personal que realiza la calibración y de las condiciones ambientales durante la calibración. Los valores de seguridad patrones incluyen correcciones de ajuste al método, al patrón de la y a las condiciones ambientales. (Reported uncertainty is expanded and obtained by multiplying the combined standard uncertainty by a coverage factor $k = 2$, reaching a confidence level of 95.45%. The standard uncertainty of the measurement was determined according to JCGM 100:2008 Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement which takes into account the uncertainty of the standards, the calibration method, the instrument under calibration, the certification of the personnel performing the calibration and the environmental conditions during calibration. Standard holding values include corrections due the method, the standard itself and the environmental conditions)

Los Patrones utilizados en esta calibración son trazables al Instituto Nacional de Standards & Tecnología de los Estados Unidos (NIST) u otros laboratorios reconocidos nacional e internacionalmente. (Standards used in this calibration are traceable to NIST and other laboratories recognized nationally and internationally)

Los resultados reportados en este certificado de calibración están relacionados y cumplen únicamente al equipo o instrumento sujeto a calibración bajo las condiciones ambientales y de uso en el momento en que se realizó la calibración, y provienen de los promedios de las mediciones realizadas. (Reported results in this calibration certificate are released and only subject to the instrument subject to calibration under the environmental conditions and use at calibration time, and are the outcome of the average of the measurement made)

Este certificado de calibración no debe ser reproducido excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de MET-CAL Engineering Services S.A. (This calibration certificate shall not be reproduced except in whole, without the written approval of MET-CAL)

Esta certifique no es válido en la forma digital de una persona autorizada por MET-CAL Engineering Services S.A. para la aprobación de Certificados de Calibración. Esta firma digital se encuentra registrada por la Ley de Certificados, Firmas digitales y Documentos electrónicos n° 8454, publicada el 13 de octubre del 2005. (This certificate is not valid without the digital signature of a person authorized by MET-CAL for approval of this Calibration Certificate. The digital signature is registered by Costa Rica's Law of Certificates, Digital signatures and Electronic documents n° 8454, published on October 13, 2005)

Michael Miralles R.
Técnico de Calibración

MICHAEL STIWWAR Firmado digitalmente
por MICHAEL STIWWAR
MIRALLES RODRIGUEZ
(FIRMA)
(FIRMA)
Fecha: 2023.07.20
17:03:28 -06'00'

Firma de Aprobación

Fin del Certificado.

MC-P03-P004-F01 V16
Fecha de emisión: 2021-01-28
Copia n°: FM

Página 3 de 3

Figura 11 Certificado de calibración de balanza para pesaje de residuos

En Planta, los residuos son trasladados al Centro de Transferencia de Residuos ubicado en el sector de Pailas I (Figura 12). Los residuos no reciclables se transportan a los contenedores a las afueras de planta para su recolección por parte de la Municipalidad de Liberia.

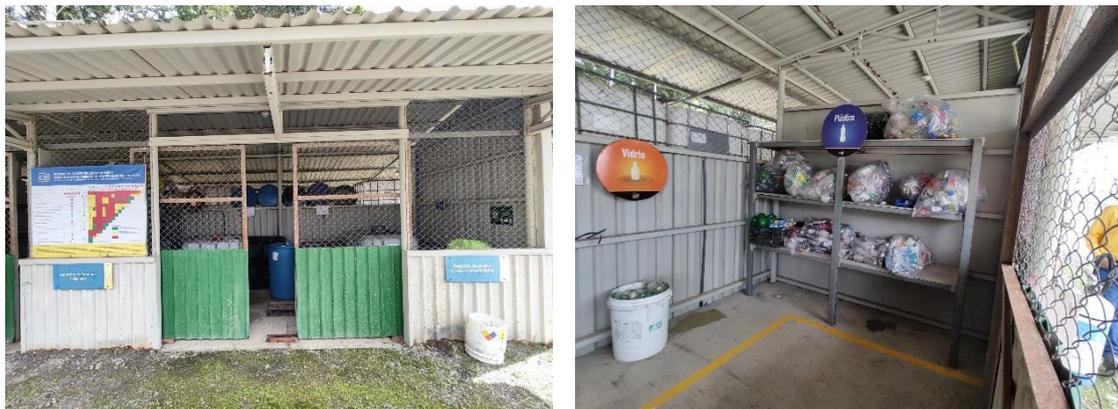


Figura 12 Centro de transferencia de residuos en Pailas I

En la Figura 13 se presenta el certificado de la gestión de residuos realizada en mayo, pero estaba pendiente por entregar por parte de la empresa recicladora H&O S.A.

CONSECUTIVO: CE-212-2023 CERTIFICADO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

RECICLADORA Y MAQUILA H&O S.A
CERTIFICA A LA EMPRESA:

ICE – PLANTA GEOTERMICA LAS PAILAS

Los residuos recolectados se dispusieron de la siguiente manera:

Tipo de Material	Tipo de Gestión	Peso (KG)	Consecutivo
Residuo papel cartón (Tetra Brik)	EMPAQUES SANTA ANA - Reciclaje Valenciano	1	1433 (0221-2023 H&O)
Residuo de cable con contenido de cobre menor de 30%	BG METAL TRADE	20.5	
Residuo de hierro común en latoso	GAIA Verde Expert	1000	
Residuo de papel varias calidades (FOLIA)	Reciclaje Valenciano	63	
Residuo de batería en plomo en ácido	BATERIAS Y LLANTAS ROMERO- PB METALS	29.9	
Residuo de plástico reciclable	HYO - Motores Osaka	5.5	
Residuo de envases de aluminio (latas)	BG Metal Trade	15.3	
Residuo de aceite (A) con %< a 15 % de agua (no pagan)	ECO-TRADING	676.4	1434 (0222-2023 H&O)
Residuo de madera	HYO	150	1435 (0223-2023 H&O)
Residuo de vidrio por kilogramo	REMAR S.A	62	
Residuo de aguas contaminadas	ECO-TRADING	500	1444 (0232-2024 H&O)
Residuo de celulosa	CEMPRO	199.3	
Residuo de aerosoles	SOLIRSA	127.7	

VANESSA PAOLA ALVARADO RODRIGUEZ (FIRMA)
Date: 2023.07.14 13:34:27 -06'00'

Digitally signed by VANESSA PAOLA ALVARADO RODRIGUEZ (FIRMA)

Ingeniera en gestión ambiental, Recicladora HyO.



Figura 13 Certificado de gestión de residuos por H&O S.A.

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

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.

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.

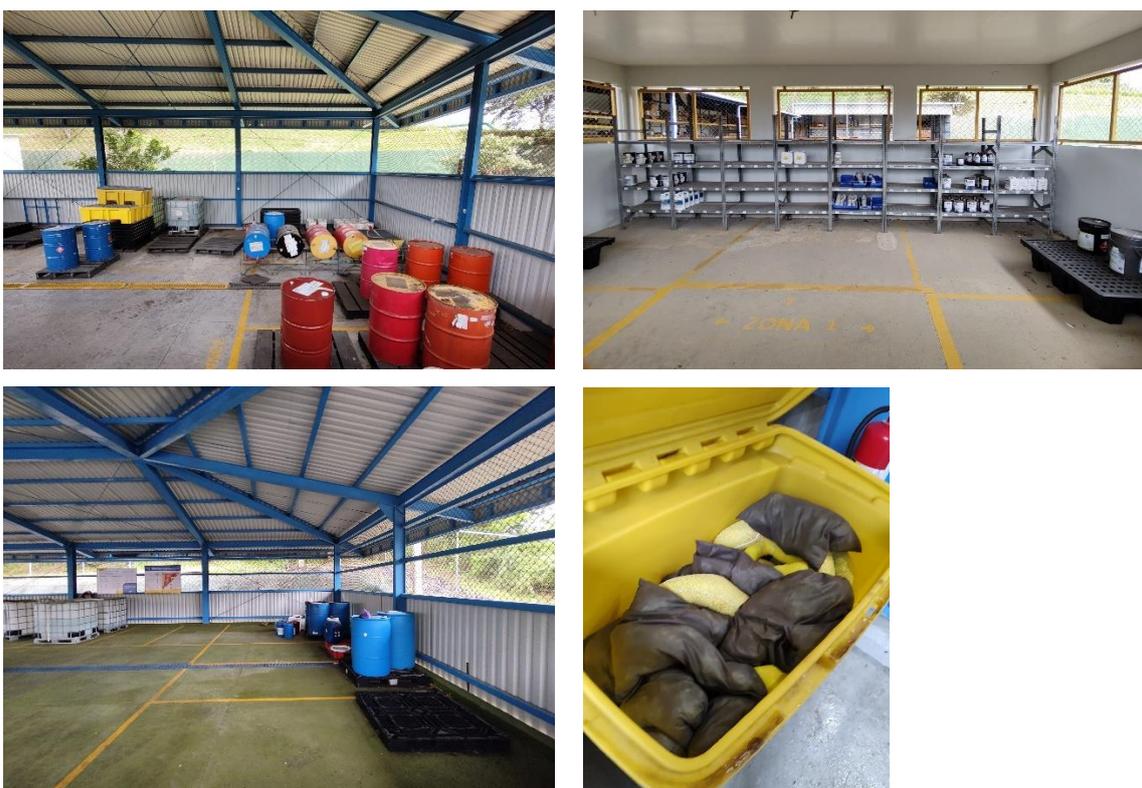


Figura 14 Almacenes de sustancias peligrosas en las Unidades de Pailas I y II

Fuentes Geotérmicas cuenta con talleres para dar mantenimiento y realizar reparaciones de la maquinaria y 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

En las instalaciones del Campo Geotérmico y Planta, 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 15 Tanque sépticos en campo geotérmico y Planta



Figura 16. Trampas para aguas oleaginosas de talleres del campo geotérmico y Planta.

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 14 y Figura 17).



Figura 17 Ejemplos de áreas de almacenamiento para sustancias peligrosas

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 (Figura 18).



Figura 18 Revisión de fichas de seguridad en almacenes de sustancias peligrosas

Se realizan rutas de inspección para verificar la eficacia de controles operacionales, y 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 19).



Figura 19. Inspecciones realizadas en áreas de proceso.

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

En las rutas de inspección se revisa el estado de la rotulación para promover el ahorro de agua y la detección de fugas en llaves de chorro y tuberías para evitar desperdicio de agua en instalaciones (Figura 20). En caso de identificar fugas o algún desperfecto, se reportan al área civil para su debida reparación.



Figura 20. Ayudas visuales colocadas en sitio de consumo y verificadas en rutas de inspección.

Tanto en el campo geotérmico como en Planta se lleva un registro del consumo de agua mediante lecturas mensuales al medidor. La Figura 21 y Figura 22 presentan los registros de consumo de agua durante el 2023.

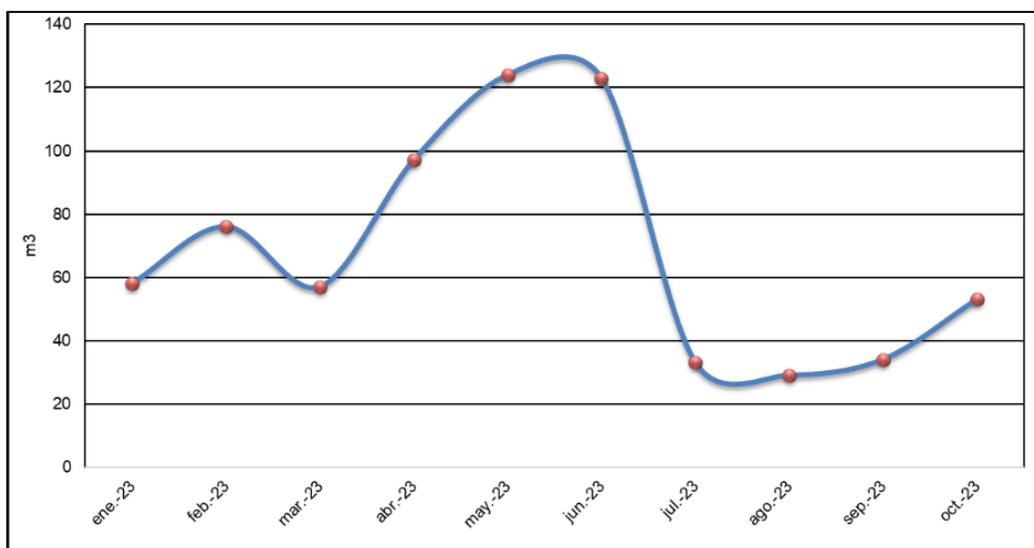


Figura 21. Registros de consumo de agua en CSG durante el 2023

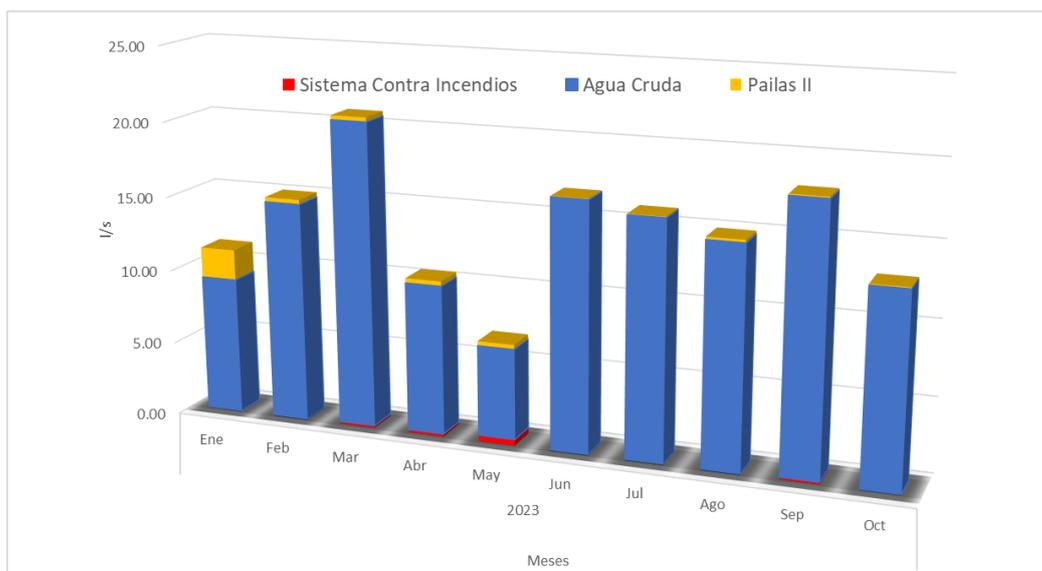


Figura 22 Registros de consumo de agua en Planta (Unidades I y II) durante el 2023

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 del área 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 info@geotermia@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 de 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 23).



Figura 23. Ejemplos de equipos para atención de emergencias disponibles en Planta y Campo Geotérmico

Al personal se les imparten charlas sobre temas de salud y seguridad en el trabajo, además de reforzar la prevención de accidentes previo al mantenimiento de equipos (Figura 24).

En fuentes geotérmicas, además de los temas de SST, se ofrece la 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 la tabla 1, se detallan las capacitaciones impartidas en fuentes geotérmicas, que en total se capacitaron 152 colaboradores y el tiempo requerido fue de 20.15 horas.

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD		Código: DG-80-FO-80-064			
DIVISION GENERACION		Versión: 8			
CONTROL DE ASISTENCIA		Rige a partir de: 17/2021			
		Fecha de revisión:			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD: <u>Charla Seguridad Manto mayor Pailes 1</u>					
LUGAR: <u>Sala Reuniones Pailes 1</u>					
INICIO: <u>08:00 am</u> FIN: <u>10:00</u>					
Nº	PARTICIPANTES Nombre Completo	CENTRO DE TRABAJO	Dir: <u>16-9-23</u>	Dir:	Comentarios
1	Sebastián Pardo Ruiz	3109			}
2	Leyner Aráoz Sánchez	3109			
3	Eván Alvarado López	3109			
4	Randall Rojas Barahona	3109			
5	Yvanna Solórzano Salas	3109			
6	Francisco Ballesteros	3109			
7	Eric Quesada Elizondo	3109			
8	Gerardo Enrique Ramos López	3109			
9	Raúl Martínez Zamora	3109			
10	Juan D. Castillo A.	3109			
11	Romy Zurro G.	3109			
12	Jorge Vinzas Evans	3109			
13	Oscar Canales Vargas	3109			
14	Frick Castillo Vasconcelos	3109			
15	Cecilio Rizo López	3109			
16	Aselbal Quirós Villegas	3109			
17	Wilson Campos Letana	3109			
18	Maria Villegas Herrera	3109			
19	Teodoro Aguilar Noya	3109			
20	Delgado Subero Ruiz	3109			
NOMBRE / FIRMA RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD:		NOMBRE FIRMA COORDINADOR:			
				Darilyn Gutiérrez Rojas	

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD		Código: DG-80-FO-80-064			
DIVISION GENERACION		Versión: 8			
CONTROL DE ASISTENCIA		Rige a partir de: 17/2021			
		Fecha de revisión:			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD: <u>Charla Seguridad Manto mayor Pailes 1</u>					
LUGAR: <u>Sala de Reuniones Pailes 1</u>					
INICIO: <u>08:00 am</u> FIN: <u>10:00</u>					
Nº	PARTICIPANTES Nombre Completo	CENTRO DE TRABAJO	Dir: <u>16-9-23</u>	Dir:	Comentarios
1	Oliver Mauricio Amador Brizuela	3109			}
2	Jose Loaiciga Rodriguez	3109			
3	Edward Sibaja Witez	3109			
4	Rosnel Guzmán	3109			
5	Roger Alvarez Zuniga	3109			
6		-UL-			
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
NOMBRE / FIRMA RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD:		NOMBRE FIRMA COORDINADOR:			
				Darilyn Gutiérrez Rojas	

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD		Código: DG-80-FO-80-064			
DIVISION GENERACION		Versión: 8			
CONTROL DE ASISTENCIA		Rige a partir de: 17/2021			
		Fecha de revisión:			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD: <u>Inducción SST, etapa mant Pailes 2.</u>					
LUGAR: <u>Pailes 1</u>					
INICIO: <u>09:00</u> FIN: <u>10:00</u>					
Nº	PARTICIPANTES Nombre Completo	CENTRO DE TRABAJO	Dir: <u>12/09/23</u>	Dir:	Comentarios
1	José Angel Madrigal C.	MET			}
2	Jaime Vega Valerio	MET			
3		-UL-			
NOMBRE / FIRMA RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD:		NOMBRE FIRMA COORDINADOR:			

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD		Código: DG-80-FO-80-064			
DIVISION GENERACION		Versión: 8			
CONTROL DE ASISTENCIA		Rige a partir de: 17/2021			
		Fecha de revisión:			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD: <u>Inducción SST</u>					
LUGAR: <u>Pailes 1</u>					
INICIO: <u>13:00</u> FIN: <u>14:00</u>					
Nº	PARTICIPANTES Nombre Completo	CENTRO DE TRABAJO	Dir: <u>11/09/23</u>	Dir: <u>18/09/23</u>	Comentarios
1	Miguel Padilla Varela	Caribbean			}
2	Walter Vasquez Elizondo	11			
3	Warren Osorno Osorno	P.H. Toro 3			
4	Orlando Benedit Ferrero	Peris			
5	Oscar Sánchez Venegas	P.H. Toro 3			
6		-UL-			
NOMBRE / FIRMA RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD:		NOMBRE FIRMA COORDINADOR:			

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD		Código: DG-80-FO-80-064			
DIVISION GENERACION		Versión: 8			
CONTROL DE ASISTENCIA		Rige a partir de: 17/2021			
		Fecha de revisión:			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD: <u>Inducción SST</u>					
LUGAR: <u>Pailes 1</u>					
INICIO: <u>09:00</u> FIN: <u>10:00</u>					
Nº	PARTICIPANTES Nombre Completo	CENTRO DE TRABAJO	Dir: <u>11/09/23</u>	Dir:	Comentarios
1	Geovanni Madrigal Morán	DOXSE			}
2	Fredyman Navarro Riqui	DOXSE			
3		-UL-			
NOMBRE / FIRMA RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD:		NOMBRE FIRMA COORDINADOR:			

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD		Código: DG-80-FO-80-064			
DIVISION GENERACION		Versión: 8			
CONTROL DE ASISTENCIA		Rige a partir de: 17/2021			
		Fecha de revisión:			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD: <u>Charla Seguridad y ambiente</u>					
LUGAR: <u>Planta Las Pailes</u>					
INICIO: <u>7:00</u> FIN: <u>7:45</u>					
Nº	PARTICIPANTES Nombre Completo	CENTRO DE TRABAJO	Dir: <u>17-23</u>	Dir:	Comentarios
1	María Amador Solís	Selma			}
2					
NOMBRE / FIRMA RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD:		NOMBRE FIRMA COORDINADOR:			

Figura 24 Lista de asistencia a charlas de inducción y seguridad a personal de Planta

Tabla 1 Capacitaciones de salud y seguridad en el trabajo impartidas en el campo geotérmico durante el segundo semestre del 2023

Área	Tipo	Tema	Día	Tiempo (horas)	Participantes
Perforación de Yacimientos Geotérmicos	Preventiva	Higiene Postural y levantamiento de cargas	10/8/2023	1,5	13
Perforación de Yacimientos Geotérmicos	Preventiva	Higiene Postural y levantamiento de cargas	11/8/2023	1,5	15
Perforación de Yacimientos Geotérmicos	Preventiva	Higiene Postural y levantamiento de cargas	11/8/2023	1	6
Perforación de Yacimientos Geotérmicos	Preventiva	Líderes de evacuación	11/8/2023	0,3	9
Varias áreas	Médica	Salud Dermatológica	28/8/2023	1,5	7
Operación y Mantenimiento de Campos Geotérmicos	Preventiva	Riesgos mecánicos	19/9/2023	1	12
Operación y Mantenimiento de Campos Geotérmicos	Preventiva	Riesgos mecánicos y normas de seguridad en herramientas	19/9/2023	0,4	12
Perforación de Yacimientos Geotérmicos	Preventiva	Protección visual	21/9/2023	1	12
Operación y Mantenimiento de Campos Geotérmicos	Preventiva	Higiene Postural y levantamiento de cargas	25/9/2023	1,5	5
Operación y Mantenimiento de Campos Geotérmicos	Preventiva	Riesgos mecánicos y normas de seguridad en herramientas	25/9/2023	2,1	5
Varias áreas	Médica	Salud Mental	25/9/2023	1,5	10
Ingeniería de Soporte al Proceso	Preventiva	Inducción primer ingreso	20/9/2023	1	1
Varias áreas	Preventiva	Protección visual	21/9/2023	1	12
Varias áreas	Médica	Líderes de evacuación	23/10/2023	1	4
Perforación de Yacimientos Geotérmicos	Preventiva	Protección Dermal	24/10/2023	1	6
Perforación de Yacimientos Geotérmicos	Preventiva	Estrés térmico por calor	30/10/2023	0,4	4
Perforación de Yacimientos Geotérmicos	Preventiva	Generalidades de seguridad en el trabajo	30/10/2023	1	5
Perforación de Yacimientos Geotérmicos	Preventiva	Protección Dermal	30/10/2023	0,45	4
Perforación de Yacimientos Geotérmicos	Preventiva	Protección Dermal	1/11/2023	1	10

Fuente: Fuentes Geotérmicas 2023

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

En caso de reportes de fauna que ingresa a las obras, el personal de biología se encarga de la atención, rescate y reubicación de especímenes que en los casos que representa un riesgo para la seguridad de los trabajadores. Para estas actividades se cuenta con el personal capacitado y equipo especializado.

En las plazoletas y accesos se utilizan luminarias con luz amarilla y dirigidos hacia el suelo para disminuir la afectación a la fauna por contaminación lumínica (Figura 25).



Figura 25. Iluminación en obras del Campo y Planta Geotérmica

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 26).



Figura 26. Comedor del área Socioambiental. 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 27 se muestra el sistema de tuberías que considera los criterios para disminuir el efecto paisajístico que pueden generar las obras.



Figura 27. Paisajismo en zonas de acceso y Planta

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)

Se cuenta con un programa de monitoreo de los niveles de ruido en zonas pobladas cercanas a los sitios de obra y en las plataformas de perforación.

En la Figura 28 se presentan los resultados de las mediciones de ruido hasta junio 2023. En los meses posteriores no fue posible continuar con los monitoreos debido a que el equipo fue enviado a calibración. Adicionalmente se realizó la compra de un equipo nuevo. Los monitoreos se retomaron en el mes de noviembre. Cabe destacar que la información histórica referida en informes anteriores viene mostrando una tendencia similar al primer semestre 2023, la cual probablemente mantuvo un comportamiento en el segundo semestre ya que no se realizaron actividades extraordinarias o nuevas que tuvieran mayor índice en los registros de ruido reportados a la fecha.

De acuerdo con la información de la Figura 29 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.

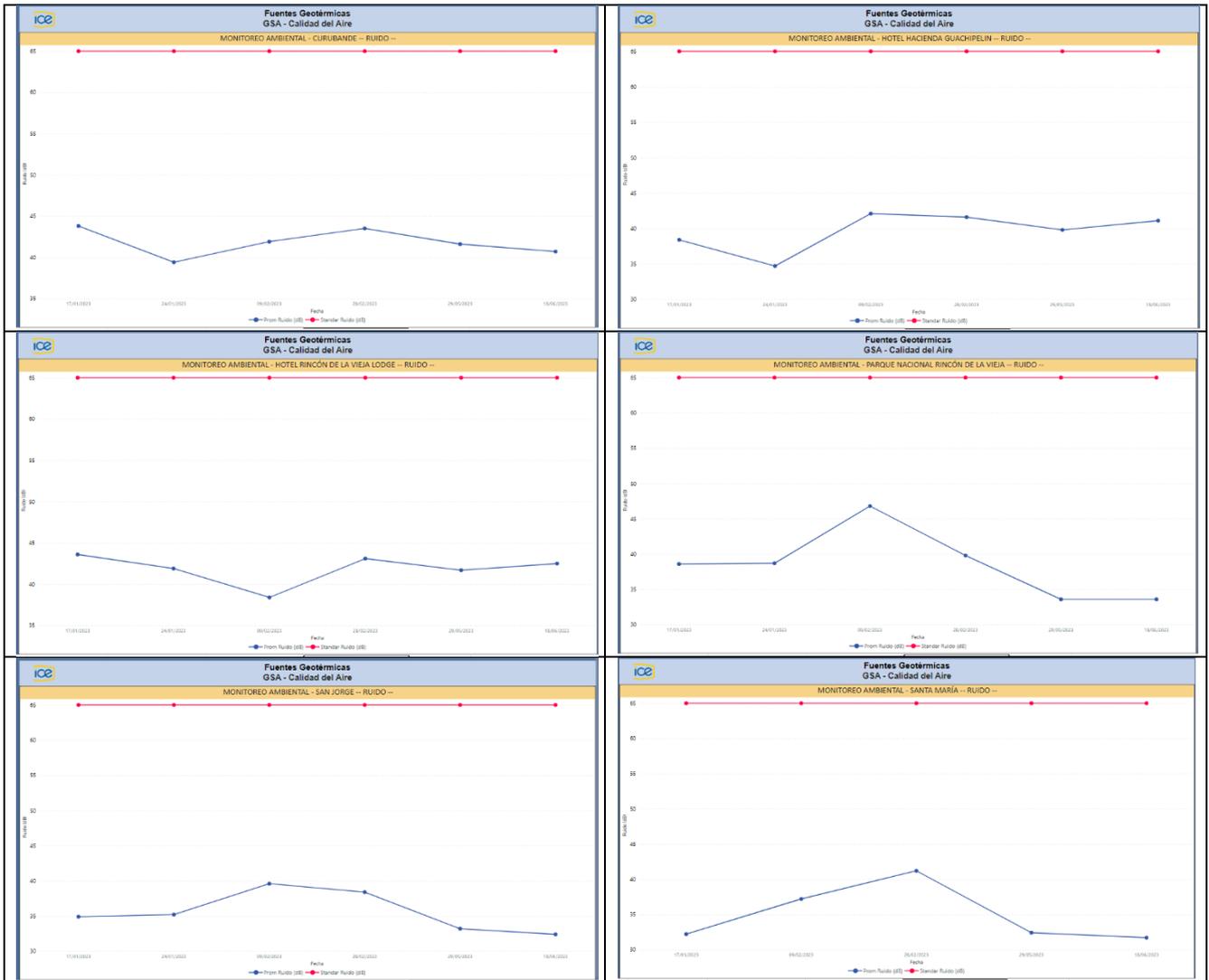


Figura 28 Gráficas de registros de monitoreo de ruido

Descripcion_Sitio	Ruido_Min	Ruido_Prom	Ruido_Max	Ruido_MaxStd	RuidoLog
CURUBANDE	42	42	42	65	48
HOTEL HACIENDA GUACHIPELIN	36	43	50	65	46
HOTEL RINCÓN DE LA VIEJA LODGE	36	46	57	65	53
PARQUE NACIONAL RINCÓN DE LA VIEJA	35	44	53	65	47
SAN JORGE	38	45	53	65	52
SANTA MARÍA	35	45	56	65	52

Figura 29. Registros promedio de ruido en los diferentes sitios de monitoreo

En la Figura 30 se presenta el certificado de calibración generado para el sonómetro multiparámetro.



MICRO PRECISION CALIBRATION, INC.
2000 INDUSTRIAL PLACE
ORLANDO, FL 32838
321-268-1860



ANAB
NIST National Accreditation Board
A C C R S E C O I I C O
CONFORME A LA NORMA
ISO 17025
AC-1849

Certificate of Calibration

Cert No. 552363103027332

Date: Jul 31, 2023
Customer: ELECTROMEDICA S.A.
 7801 NW 37TH STREET
 CROZZITE
 DORAL FL 33192

Work Order #: FL-4021832
Purchase Order #: 20230704645
Serial Number: N/A
Department: N/A
Performed By: RICHARD BURGESS
Received Condition: IN TOLERANCE
Returned Condition: IN TOLERANCE
Cal. Date: July 27, 2023
Cal. Interval: 12 MONTHS
Cal. Due Date: July 27, 2024

MPC Control #: EL6159
Asset ID: 700050
Gage Type: MULTI-FUNCTIONS ENVIRONMENT TESTE
Manufacturer: MASTECH
Model Number: MS6300
Size: N/A
Temp/RH: 20.0°C / 40.0%
Location: Calibration performed at MPC facility

Calibration Notes:
See attached calibration data (2 pages).

Standards Used to Calibrate Equipment

I.D.	Description	Model	Serial	Manufacturer	Cal. Due Date	Traceability #
CR6900	HUMIDITY GENERATOR/ENVIRONMENTAL CHAMBER	2500	001263	THUNDER SCIENTIFIC CORPORATION	Jul 31, 2023	651220084791099
CS0080	ANEMOMETER	HHF141A	1017400	OMEGA	Sep 30, 2023	800413329
CS1010	WIND TUNNEL WITH CONTROLLER	JS-800	375305	INTERACTIVE INSTRUMENTS	Nov 30, 2023	551220084628339
AL6558	SOUND LEVEL CALIBRATOR	1986	05683	GENERAL RADIO	Aug 31, 2023	551220084629551
EG1856	OPTICAL METER	ILT2400	12936	INTERNATIONAL LIGHT TECHNOLOGIES	Sep 12, 2023	2209120401E
EG1857	ILLUMINANCE DETECTOR	SED033	TD 30123	INTERNATIONAL LIGHT TECHNOLOGIES	Sep 13, 2023	209133116

Calibrating Technician: *R. Burgess*
QC Approval: *M. Abadines*
RICHARD BURGESS
Marissa Abadines

Page 1 of 2 (CERT. Rev 9)



MICRO PRECISION CALIBRATION, INC.
2000 INDUSTRIAL PLACE
ORLANDO, FL 32838
321-268-1860



ANAB
NIST National Accreditation Board
A C C R S E C O I I C O
CONFORME A LA NORMA
ISO 17025
AC-1849

Certificate of Calibration

Cert No. 552363103027332

Date: Jul 31, 2023
Customer: ELECTROMEDICA S.A.
 7801 NW 37TH STREET
 CROZZITE
 DORAL FL 33192

Work Order #: FL-4021832
Purchase Order #: 20230704645
Serial Number: N/A
Department: N/A
Performed By: RICHARD BURGESS
Received Condition: IN TOLERANCE
Returned Condition: IN TOLERANCE
Cal. Date: July 27, 2023
Cal. Interval: 12 MONTHS
Cal. Due Date: July 27, 2024

MPC Control #: EL6159
Asset ID: 700050
Gage Type: MULTI-FUNCTIONS ENVIRONMENT TESTE
Manufacturer: MASTECH
Model Number: MS6300
Size: N/A
Temp/RH: 20.0°C / 40.0%
Location: Calibration performed at MPC facility

Calibration Notes:
See attached calibration data (2 pages).

Standards Used to Calibrate Equipment

I.D.	Description	Model	Serial	Manufacturer	Cal. Due Date	Traceability #
CR6900	HUMIDITY GENERATOR/ENVIRONMENTAL CHAMBER	2500	001263	THUNDER SCIENTIFIC CORPORATION	Jul 31, 2023	651220084791099
CS0080	ANEMOMETER	HHF141A	1017400	OMEGA	Sep 30, 2023	800413329
CS1010	WIND TUNNEL WITH CONTROLLER	JS-800	375305	INTERACTIVE INSTRUMENTS	Nov 30, 2023	551220084628339
AL6558	SOUND LEVEL CALIBRATOR	1986	05683	GENERAL RADIO	Aug 31, 2023	551220084629551
EG1856	OPTICAL METER	ILT2400	12936	INTERNATIONAL LIGHT TECHNOLOGIES	Sep 12, 2023	2209120401E
EG1857	ILLUMINANCE DETECTOR	SED033	TD 30123	INTERNATIONAL LIGHT TECHNOLOGIES	Sep 13, 2023	209133116

Calibrating Technician: *R. Burgess*
QC Approval: *M. Abadines*
RICHARD BURGESS
Marissa Abadines

Page 1 of 2 (CERT. Rev 9)

Calibration Report of Mastech MS6300 Environment Multim

Serial Number: _____
Calibration Date: _____

Lower Limit	As Found	As Left	Upper Limit	Result
1.6 °C	1.1 °C	1.1 °C	1.6 °C	PASS
18.5 °C	20.3 °C	20.3 °C	21.5 °C	PASS
36.6 °C	40.6 °C	40.6 °C	41.6 °C	PASS
56.5 °C	56.8 °C	56.8 °C	61.6 °C	PASS
Lower Limit	As Found	As Left	Upper Limit	Result
17.0 %RH	21.0 %RH	21.0 %RH	23.0 %RH	PASS
37.0 %RH	41.7 %RH	41.7 %RH	43.0 %RH	PASS
57.0 %RH	61.9 %RH	61.9 %RH	63.0 %RH	PASS
72.0 %RH	76.7 %RH	76.7 %RH	78.0 %RH	PASS
Lower Limit	As Found	As Left	Upper Limit	Result
485 lux	493 lux	493 lux	535 lux	PASS
940 lux	893 lux	893 lux	1060 lux	PASS
1415 lux	1485 lux	1485 lux	1585 lux	PASS
1740 lux	1808 lux	1808 lux	1980 lux	PASS
2450 lux	2630 lux	2630 lux	2810 lux	PASS
Lower Limit	As Found	As Left	Upper Limit	Result
90.4 dB	98.1 dB	98.1 dB	99.4 dB	PASS
100.9 dB	105.3 dB	105.3 dB	106.9 dB	PASS
109.3 dB	114.3 dB	114.3 dB	115.3 dB	PASS
112.5 dB	114.3 dB	114.3 dB	116.5 dB	PASS
113.7 dB	115.4 dB	115.4 dB	116.7 dB	PASS

Calibration Report of Mastech MS6300 Environment Multimter

MPC Control #: EL6159
Asset ID: 700050
Serial Number: N/A
Calibration Date: July 27, 2023

Type C Frequency Weighting

Frequency	Result	Lower Limit	As Found	As Left	Upper Limit	Result	Uncertainty (G)	TUR
120.0	113.0 dB	103.0 dB	114.0 dB	114.0 dB	113.0 dB	PASS	0.10 dB	2:43:1
	114.0 dB	103.0 dB	112.0 dB	112.0 dB	112.0 dB	PASS	0.10 dB	2:43:1
	114.0 dB	103.0 dB	114.0 dB	114.0 dB	113.0 dB	PASS	0.10 dB	2:43:1
	114.0 dB	103.0 dB	114.0 dB	114.0 dB	113.0 dB	PASS	0.10 dB	2:43:1

As Velocity Accuracy

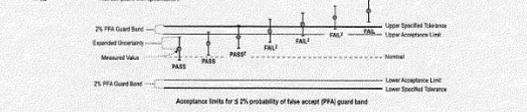
Frequency	Result	Lower Limit	As Found	As Left	Upper Limit	Result	Uncertainty (ft)	TUR
1.0 to 20 m/s	8.9 m/s	8.9 m/s	8.9 m/s	8.9 m/s	8.9 m/s	PASS	0.00 m/s	2:43:1
	11.2 m/s	8.9 m/s	11.1 m/s	11.1 m/s	10.7 m/s	PASS	0.11 m/s	2:43:1
	15.4 m/s	10.9 m/s	15.0 m/s	15.0 m/s	15.0 m/s	PASS	0.10 m/s	2:43:1
	18.0 m/s	10.9 m/s	18.0 m/s	18.0 m/s	17.1 m/s	PASS	0.23 m/s	2:43:1

Statements of Pass or Fail Conformance

The uncertainty of measurement has been taken into account when determining conformance with specification.
 All measurements and test results passed based to ensure the probability of false accept does not exceed 7% in compliance with ANSI/ISO 17025:2019.

The status of compliance with the acceptance criteria is reported as:

- PASS - Compliant with specification.
- NAF - The measured value is within acceptance limits. However, a portion of the expanded uncertainty of measurement at 95% exceeds the specified tolerance.
- FAIL - The measured value is not within the acceptance limits. However, a portion of the expanded uncertainty of measurement at 95% is within the specified tolerance.
- FAIL - Not compliant with specification.



The expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor k=2, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%, unless otherwise stated.

This calibration report complies with ISO/IEC 17025:2017 and ANSI/ISO 17025:2019, Method 6 - Guard Bands Based on Test Uncertainty Ratio.

- End of Calibration Report -

Confidential. Document Control. Cannot be reproduced without the approval of the Quality Department.

Page 2 of 2
1000-FL-003-003

Figura 30 Certificado de calibración del sonómetro

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. La Planta maneja un estricto lineamiento de uso de equipo de protección auditiva, tanto para los colaboradores como visitantes.

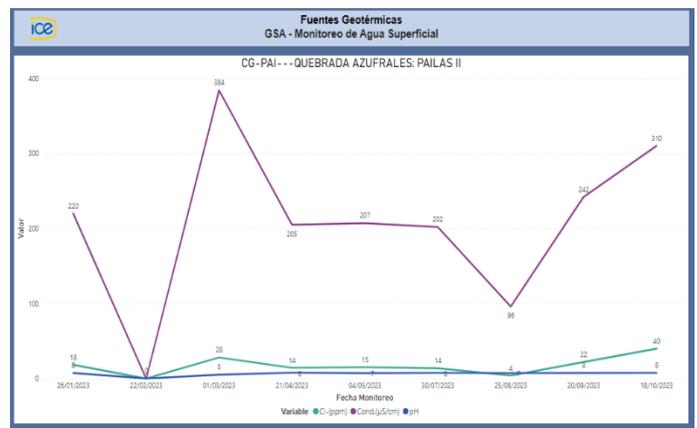
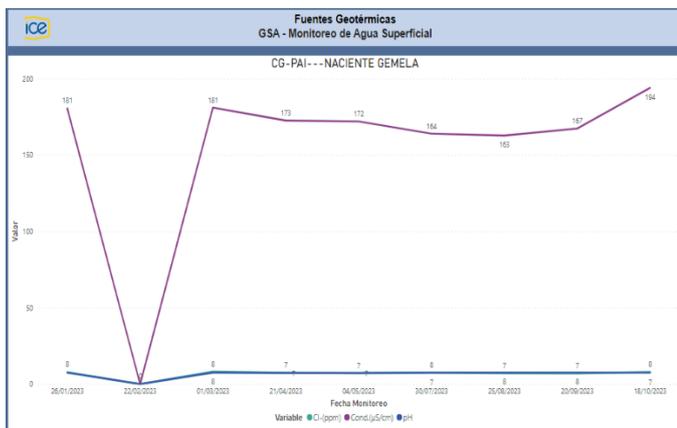
En la Unidad II se mantiene instalada una pantalla sónica para reducir la dispersión de ruido al área de influencia (Figura 31).



Figura 31 Pantalla sónica en Unidad II para disminuir el efecto del sonido a sitios cercanos

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, para evidenciar que almacenamiento de fluidos geotérmicos no altera la calidad de las aguas superficiales del entorno (Figura 32).



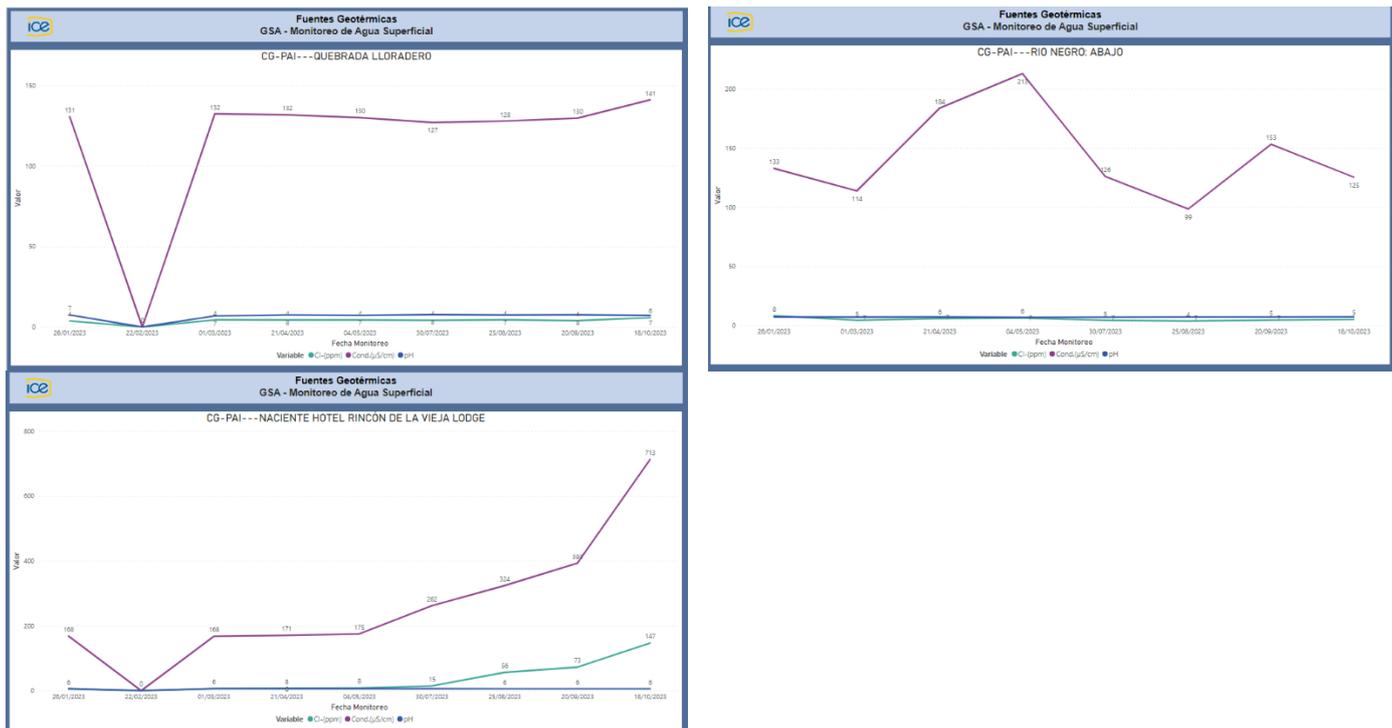


Figura 32. Registro sobre el monitoreo de aguas superficiales efectuados en el 2023

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.

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

Figura 33 Parámetros de calidad de aguas para consumo humano

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

En las inspecciones efectuadas en el segundo periodo del 2023, se observó que algunos de los sedimentadores requieren limpieza, por lo tanto, a inicio del periodo se procedió con la limpieza del sistema. (Figura 34).



Figura 34. Limpieza de sedimentadores durante inspección de sistemas de evacuación pluvial, julio 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 seis sitios ubicados en cuerpos de agua en los cuales el Proyecto pueda tener algún tipo de efecto (Tabla 2). 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.

Tabla 2 Sitios para el monitoreo de calidad de cuerpos de agua asociados al CG Pailas

Nombre	Coordenada X	Coordenada Y	Altura (msnm)
Yugo arriba	354360	1190065	757
Yugo abajo (calle)	354051	1189587	743
Colorado arriba	352290	1190273	673
Colorado abajo	352217	1190096	655
Río Negro arriba	353013	1187934	555
Río Negro abajo	352946	1187847	549

- 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 mixta de pozas y rápidos, rocas tanto expuestas como sumergidas y vegetación en ambos márgenes.



Figura 35. Técnica utilizada para el monitoreo de macroinvertebrados, noviembre 2023.

Para que la muestra fuera representativa, se hace colecta manual con la ayuda de una pinza, en piedras y material vegetal sumergido, por un tiempo de 20 minutos en cada sitio. El material colectado fue depositado en recipientes plásticos rotulados, preservado con alcohol al 96% y llevado al Laboratorio para su posterior separación e identificación hasta el nivel taxonómico de familia o género con base en literatura concerniente (Roldán 1996, Merritt & Cummins 1996, Springer y Hanson). El material será depositado en la colección de Entomología Acuática del Museo de Zoología, Universidad de Costa Rica, tal como lo indica la ley.

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

El resultado y conclusión de este índice (BMWP-CR) es que las familias poco tolerantes a la contaminación tienen registros con valores altos y las familias tolerantes tienen registros de valores bajos. El sistema BMWP, considera que un cuerpo de agua tiene un alto grado de contaminación cuando los valores obtenidos en el índice son bajos (Tabla 3). Sin embargo, es importante analizar las variables que influyen en los resultados y las capturas de los individuos.

Tabla 3 Clasificación de la calidad del agua en función del puntaje total obtenido

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

- 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 36. Medición de variables fisicoquímicas de análisis de calidad de agua. Noviembre 2023.

Las muestras de agua para análisis de DBO y Nitrógeno amoniacal son tomadas en el campo, refrigeradas y enviadas al laboratorio para su posterior análisis. A partir de los resultados de nitrógeno amoniacal, DBO y las mediciones de oxígeno disuelto, es posible aplicar el Índice Holandés de Valoración de Calidad Físico Química del agua para cuerpos de agua superficiales, tal y como lo solicita la legislación. Este índice permite trasladar información de concentraciones de las variables de mayor importancia en la valoración de la contaminación orgánica en la corriente de agua, como son la demanda bioquímica de oxígeno, el nitrógeno amoniacal y el oxígeno disuelto convertido en porcentaje de saturación de oxígeno por medio del oxígeno real en el sitio y el valor teórico dado por la temperatura y presión atmosférica, a un código de colores asignado a cada clase.

Resultados de macroinvertebrados acuáticos

Para un mejor análisis se presentarán los resultados de febrero y agosto 2023.

Febrero: se procesan 412 individuos pertenecientes a 42 géneros, de los cuales el más abundante en las capturas fue *Leptohyphes* con un total de 87 individuos, seguido por *Leptonema* con 53 (Tabla 4).

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

Tabla 4 Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados acuáticos recolectados en el Campo Geotérmico Las Pailas, febrero 2023.

Taxón	Qda. Yugo Abajo (calle)	Río Negro Abajo	Río Colorado Abajo	Río Negro Arriba	Qda. Yugo Arriba	Río Colorado Arriba	Total general
<i>Leptohyphes</i>	40	19	4	7	17		87
<i>Leptonema</i>	21	6	2	4	6	14	53
<i>Simulium</i>	20	4		4	2	2	32
<i>Helichus</i>	8		9	4	1		22
<i>Smicridea</i>		15		1		5	21
<i>Tetraglossa</i>	10	1			8	1	20
<i>Chironominae</i>	5	3	10				18
<i>Anacroneuria</i>	3	7	4	1		3	18
<i>Nectopsyche</i>	1	8		7			16
<i>Baetidae</i>	4	3		5	1		13
<i>Phylloicus</i>		1	6	1	2	3	13
<i>Planariidae</i>		1	5			5	11
<i>Macrelmis</i>		6	2	1		1	10
<i>Chimarra</i>	1	7					8
<i>Hetaerina</i>	2	2	1		2		7
<i>Corydalus</i>	3	1	3				7
<i>Farrodes</i>		1	2	3			6
<i>Limnocoris</i>			2	3		1	6
<i>Tricorythodes</i>		3	2				5
<i>Tanypodinae</i>		1		3	1		5
<i>Hexatoma</i>		1	1	1		1	4
<i>Heterelmis</i>	2	1					3
<i>Hemerodromia</i>			3				3
<i>Argia</i>			2	1			3
<i>Hexanchorus</i>		2					2
<i>Hydrosmilodon</i>		2					2
<i>Pseudothelphusidae</i>	1				1		2
<i>Erpetogomphus</i>			1				1
<i>Gyrinidae</i>			1				1
<i>Elmidae</i>			1				1
<i>Polypectropus</i>			1				1
<i>Macronema</i>		1					1
<i>Camelobaetidius</i>			1				1
<i>Molophilus</i>			1				1
<i>Heteragrion</i>					1		1
<i>Scirtidae</i>			1				1
<i>Noteridae</i>				1			1
<i>Blaberidae</i>	1						1
<i>Eubrinae</i>					1c		1
<i>Brechmorhoga</i>		1					1
<i>Libellulidae</i>					1		1
<i>Hyallelidae</i>	1						1
Total general	123	97	65	47	44	36	412

Al aplicar el índice BMWP-CR (Tabla 5) según el Reglamento para la clasificación y la evaluación de calidad de cuerpos de aguas superficiales N° 33903-MINAE-S se obtiene que en el monitoreo realizado en febrero 2023 cuatro sitios registraron “Aguas de calidad regular, contaminación moderada” (categoría verde) y un solo sitio presenta “Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible” (categoría azul), esta condición le corresponde al sitio Río Colorado abajo, el cual es un río con agua que a simple vista se ve limpia, presenta rocas sumergidas, expuestas, rápidos, pozas etc., una variedad y de disponibilidad de microhábitats para la fauna acuática. El sitio río Colorado arriba se encuentra en verificación de algunos datos de la muestra, por lo tanto, no se presenta el resultado del índice.

En general, los cuerpos de agua monitoreados en el CG Pailas presentan condiciones de calidad buenas, son ríos y quebradas limpias que a simple vista no se observan perturbaciones que puedan afectar directamente la condición del agua, a excepción de algunos ríos con muchos rápidos que dificultan la recolecta de los insectos como por ejemplo el río Colorado.

Tabla 5 Resultado del índice BMWP-CR en aguas superficiales del AP, febrero 2023

Sitio muestreo	Valor BMWP-CR	Calidad de Agua
Qda. Yugo arriba	70	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Qda. Yugo abajo (calle)	90	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Río Colorado arriba	-	en revisión
Río Colorado abajo	104	Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible.
Río Negro arriba	80	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Río Negro abajo	98	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.

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

Agosto: La composición taxonómica de macroinvertebrados recolectados es de 28 familias, se lograron identificar 34 géneros distribuidos en 261 individuos (Tabla 6). El punto de monitoreo Yugo abajo (calle) corresponde al sitio con mayor cantidad de recolectas N= 66 individuos seguido por río Negro arriba con N= 51. Por otra parte, el género más común fue *Leptonema* con 63 individuos capturados, seguido por *Leotophyes* con 35 individuos.

Tabla 6 Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados acuáticos recolectados en el Campo Geotérmico Las Pailas, agosto 2023.

Taxón	Qda. Yugo Abajo (calle)	Río Negro Abajo	Río Colorado Abajo	Río Negro Arriba	Qda. Yugo Arriba	Río Colorado Arriba	Total general
<i>Leptonema</i>	25	12	13	6	6	1	63
<i>Leotophyes</i>	17	1	4	1	12		35
<i>Anacroneuria</i>	4	10	4	10			28
<i>Macrelmis</i>		14	1	7			22
<i>Limnocoris</i>		1		4	2	8	15
<i>Tetraglossa</i>	9		2	1	2		14
<i>Corydalis</i>	2	2	3	2		3	12
<i>Simulium</i>	2		8				10
<i>Hetaerina</i>	1	2		2		1	6
<i>Chimarra</i>			3			2	5
<i>Hexatoma</i>			2	2		1	5
<i>Tanypodinae</i>		3	1				4
<i>Rhagovelia</i>	2				1	1	4
<i>Baetodes</i>				4			4
<i>Blaberidae</i>			1			2	3
<i>Heterelmis</i>	2		1				3
<i>Farrodes</i>		1	2				3
<i>Perigomphus</i>			3				3
<i>Planariidae</i>				2		1	3
<i>Phylloicus</i>		1				1	2
<i>Pseudothelphusidae</i>	1				1		2
<i>Hexanchorus</i>	1		1				2
<i>Libellulidae</i>		1				1	2
<i>Belostoma</i>						1	1
<i>Hyalalidae</i>					1		1
<i>Tricorythodes</i>		1					1
<i>Polypsectropus</i>						1	1
<i>Cora</i>					1		1
<i>Lutrochidae</i>		1					1
<i>Thraulodes</i>				1			1
<i>Cryphocricos</i>		1					1
<i>Eubrinae</i>					1		1
<i>Mesoveloidea</i>					1		1
<i>Smicridea</i>				1			1
Total general	66	51	49	43	28	24	261

Al aplicar el índice BMWP-CR (Tabla 7) según el Reglamento para la clasificación y la evaluación de calidad de cuerpos de aguas superficiales N° 33903-MINAE-S se obtiene que, en el monitoreo realizado en agosto, cuatro sitios registraron “Aguas de calidad regular, contaminación moderada” (categoría verde) y dos sitios presentan “Aguas de calidad mala, contaminadas” (categoría amarilla), esta última condición le corresponde a la quebrada El Yugo. Este resultado se asocia al obtenido en el Índice Holandés en el cual en el resultado es poco favorable debido al bajo OD en el agua.

Tabla 7 Resultado del índice BMWP-CR en aguas superficiales del AP, agosto 2023

Sitio muestreo	Valor BMWP-CR	Calidad de Agua
Qda. Yugo arriba	47	Aguas de calidad mala, contaminadas.
Qda. Yugo abajo (calle)	50	Aguas de calidad mala, contaminadas.
Río Colorado arriba	67	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Río Colorado abajo	67	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Río Negro arriba	69	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.
Río Negro abajo	77	Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada.

Resultados del monitoreo de peces

En los monitoreos de peces, la especie con mayor número de capturas corresponde a *Priapichthys annectens*, familia Poeciliidae (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Esta especie se caracteriza por poseer unas líneas negras en las escamas simulando “X” en los costados.



Figura 37. Uso de electro pesca para la captura de peces y procesamiento de los individuos. Campo Geotérmico Las Pailas, II semestre 2023.

Resultados de Parámetros fisicoquímicos agosto y noviembre 2023.

La Tabla 8 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra los resultados de las mediciones directas y los resultados de laboratorio realizadas en agosto y noviembre del 2023 en los seis sitios de monitoreo.

En el último monitoreo que fue efectuado en noviembre no se presentan los resultados de algunas variables, ya que el análisis correspondiente al laboratorio químico no pudo efectuarse, porque el contrato con el laboratorio se encuentra en renovación, sin embargo, si se tomaron datos de temperatura, pH y Oxígeno disuelto.

Tabla 8 Resultados de los análisis fisicoquímicos para calidad de cuerpos de agua.
Campo Geotérmico Las Pailas, agosto y noviembre 2023.

Fecha	Sitio	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto	DBO	DQO	Nitrógeno amoniacal	Turbiedad
ago-23	Qda. Yugo arriba	24.2	8.5	10.9	<2	<1	<0,015	<0,50
ago-23	Qda. Yugo abajo	22.5	7.1	11.71	<2	<1	<0,015	<0,50
ago-23	Río Colorado arriba	22	7.3	9.45	<2	<1	<0,015	<0,50
ago-23	Río Colorado abajo	21.5	7.5	7.45	<2	<1	<0,015	<0,50
ago-23	Río Negro arriba	23.4	7.7	7.98	<2	<1	<0,015	<0,50
ago-23	Río Negro abajo	23.5	7.8	9.36	<2	<1	<0,015	<0,50
nov-23	Qda. Yugo arriba	22.6	6.3	6.2	N/A	N/A	N/A	N/A
nov-23	Qda. Yugo abajo	22.8	7.4	6.73	N/A	N/A	N/A	N/A
nov-23	Río Colorado arriba	23.2	6.3	6.62	N/A	N/A	N/A	N/A
nov-23	Río Colorado abajo	24.9	6.1	6.62	N/A	N/A	N/A	N/A
nov-23	Río Negro arriba	24.5	7.2	7.35	N/A	N/A	N/A	N/A
nov-23	Río Negro abajo	24.6	7.3	7.71	N/A	N/A	N/A	N/A

En la Tabla 9 se muestran los resultados y la interpretación de la calidad del agua al aplicar el índice Holandés para agosto en los sitios de monitoreo, el cual refleja que dos sitios no presentan contaminación (categoría azul) y la quebrada Yugo presenta una contaminación moderada atribuida principalmente al OD, el cual es un poco más elevado. El oxígeno en cuerpos de agua superficiales es fundamental para la supervivencia de peces, insectos acuáticos, plantas, algas, etc; por eso, desde siempre, se ha considerado como un indicador de la capacidad de un río para mantener la vida acuática.

Tabla 9 Valores obtenidos de análisis fisicoquímico para calidad de cuerpos de agua.
Campo Geotérmico Las Pailas, agosto 2023

Fecha	Sitio	Suma Puntos	Calidad de agua	Color
ago-23	Qda. Yugo arriba	7	Contaminación moderada	Yellow
ago-23	Qda. Yugo abajo	7	Contaminación moderada	Yellow
ago-23	Río Colorado arriba	4	Contaminación incipiente	Green
ago-23	Río Colorado abajo	3	Sin contaminación	Blue
ago-23	Río Negro arriba	3	Sin contaminación	Blue
ago-23	Río Negro abajo	4	Contaminación incipiente	Green

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 no se remidieron 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 (Figura 38), así como al registro fotográfico de las mismas. Mediante este proceso se han registrado 624 especies florísticas, correspondientes a diferentes hábitats, principalmente árboles, hierbas, arbustos y bejucos-lianas.

FLORA DE TODOS LOS SITIOS DE MUESTREO EN LOS CAMPOS GEOTÉRMICOS MIRAVALLÉS, LAS PAILAS Y BORINQUEN, NOVIEMBRE 2023						
Nº	ESPECIE (Nombre Científico)	FAMILIA BOTÁNICA	NOMBRES COMUNES	HÁBIT	ORIGEN	Las Pailas
1	<i>Abarema idiopoda</i>	Fabaceae-Mimosoideae	Ojo de gringo	Árbol	Nativa	
2	<i>Abutilon indicum</i>	Malvaceae	Sin NC	Arbusto	Exótica	1
3	<i>Acacia collinsi</i>	Fabaceae-Mimosoideae	Cornizuelo	Árbol	Nativa	2
4	<i>Acacia cornigera</i>	Fabaceae-Mimosoideae	Cornizuelo	Árbol	Nativa	1
5	<i>Acacia farnesiana</i>	Fabaceae-Mimosoideae	Aromo, Espino blanco	Árbol	Nativa	1
6	<i>Acalypha arvensis</i>	Euphorbiaceae	Varilla negra, gusanillo, cordoncillo	Arbusto	Nativa	1
7	<i>Acalypha diversifolia</i>	Euphorbiaceae	Gusanillo, cordoncillo	Arbusto	Nativa	1
8	<i>Acalypha sp</i>	Euphorbiaceae	Gusanillo, cordoncillo	Arbusto	Nativa	1
9	<i>Achimenes longiflora</i>	Gesneriaceae	Violeta	Hierba	Nativa	1
10	<i>Achyranthes aspera</i>	Amaranthaceae	Rabo de chanco	Hierba	Nativa	1
11	<i>Acnistius arborescens</i>	Solanaceae	Guitite	Árbol	Nativa	1
12	<i>Leptolobium panamense</i>	Fabaceae-Papilionoideae	Carboncillo, guayacán, chichipate	Árbol	Nativa	1
13	<i>Acrocomia aculeata</i>	Arecaceae	Coyol	Palma	Nativa	1
14	<i>Adelia triloba</i>	Euphorbiaceae	Clavillo	Arbusto	Nativa	1
15	<i>Adiantum concinnum</i>	Pteridaceae	Aliento de niño, culantrillo	Hierba	Nativa	2
16	<i>Adiantum macrophyllum</i>	Pteridaceae	Culantrillo	Helecho	Nativa	
17	<i>Adiantum trapeziforme</i>	Pteridaceae	Aliento de niño, culantrillo	Helecho	Nativa	1
18	<i>Aechmea magdalenae</i>	Bromeliaceae	Pita, piñuela	Hierba	Nativa	1
19	<i>Aechmea mariae-reginae</i>	Bromeliaceae	Corpus- espíritu santo	Hierba	Nativa	
20	<i>Ageratum microcarpum</i>	Asteraceae	Santa Lucía	Hierba	Nativa	1

Figura 38 Extracto de base de datos composición florística en el CG Las Pailas. Noviembre del 2023.

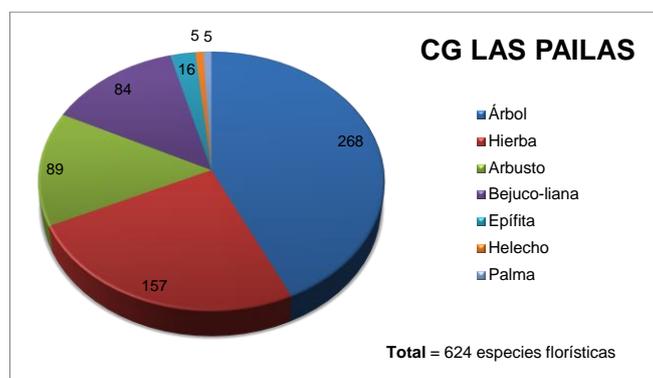


Figura 39 Porcentaje de especies florísticas según tipo de hábito registradas en el CG Las Pailas. Noviembre del 2023.

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.

En el periodo se atiende un rescate de una serpiente caracolera (*Sibon nebulatus*) (Figura 40) y del periodo anterior una serpiente Bécquer (*Boa imperator*) la cual no fue reportada en el informe anterior.



Figura 40. Serpiente caracolera rescatada en el Plantel Pailas.

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, transecto 1, transecto 3, y El Yugo).

a. Monitoreo de Herpetofauna

Como se mencionó anteriormente, las especies de anfibios y reptiles fueron registradas durante recorridos diurnos y nocturnos, lo cual permite tener representatividad de aquellas especies con comportamientos diferentes (Figura 41). Durante el día, se tiene muy poca actividad de reptiles y anfibios, los registros más comunes corresponden a lagartijas y algunas serpientes no venenosas. En los recorridos nocturnos, se tiene una mayor actividad de especies como las ranas *Craugastor fitzingeri* y *Lithobates warszewitschii* y reptiles como lagartijas *Norops biporcatus* y la serpiente terciopelo *Bothrops asper*.



Figura 41. Recorridos nocturnos para la identificación de herpetofauna en transectos de monitoreo. Campo Geotérmico Las Pailas. II Semestre 2023.

Durante el segundo semestre se identificaron 75 individuos distribuidos en 16 familias y 19 especies, de las cuales, 59 individuos son anfibios y 16 son reptiles.

Durante el periodo se registraron individuos en todos los sitios de monitoreo, siendo el transecto Yugo el más abundante con 116 individuos y el transecto Los Monos con 78. 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.

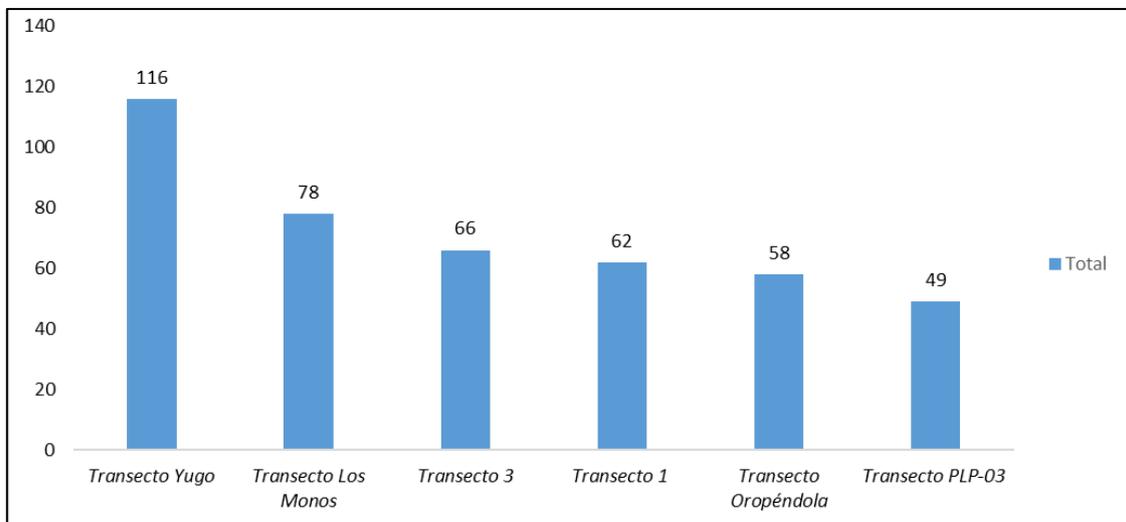


Figura 42. Cantidad de Herpetofauna registrada en monitoreos diurnos y nocturnos. II Semestre 2023.

La especie con más registros es la rana campanilla (*Diasporus diastema*) (13 ocasiones), seguida por la rana de vidrio (*Cochranella granulosa*) (12 ocasiones). En la Figura 43 se detallan algunos avistamientos obtenidos mediante registro fotográfico en este periodo. De las especies detectadas la rana túngara y la rana verde de ojos rojos se encuentran amenazadas y esta última está incluida en CITES II.



Figura 43. Especies más comunes en monitoreos de herpetofauna. Campo Geotérmico Las Pailas. II 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. II Semestre 2023.

En el periodo se registra un total de 332 individuos distribuidos en 29 familias y 58 especies. Las especies de aves más abundantes es la Urraca (*Calocitta Formosa*) con 35 individuos, seguida por el loro frentinaranja (*Eupsittula canicularis*) con 34.

En cuanto al estado de conservación de las especies, se tienen 9 especies bajo condiciones de amenaza, vulnerable, o incluidas en alguno de los Apéndices de CITES. A continuación, se mencionará algunas de ellas. 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. Campo Geotérmico Las Pailas. II semestre, 2023.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa la cantidad de aves que se identificaron en cada sitio de monitoreo. El Transecto Yugo fue el sitio donde se observó la mayor cantidad de individuos con un total de 65 registros, como se mencionó antes este sitio presenta una riqueza de especies importante en todos los grupos faunísticos, mantiene un cuerpo de agua que representa un recurso muy valioso para la fauna.

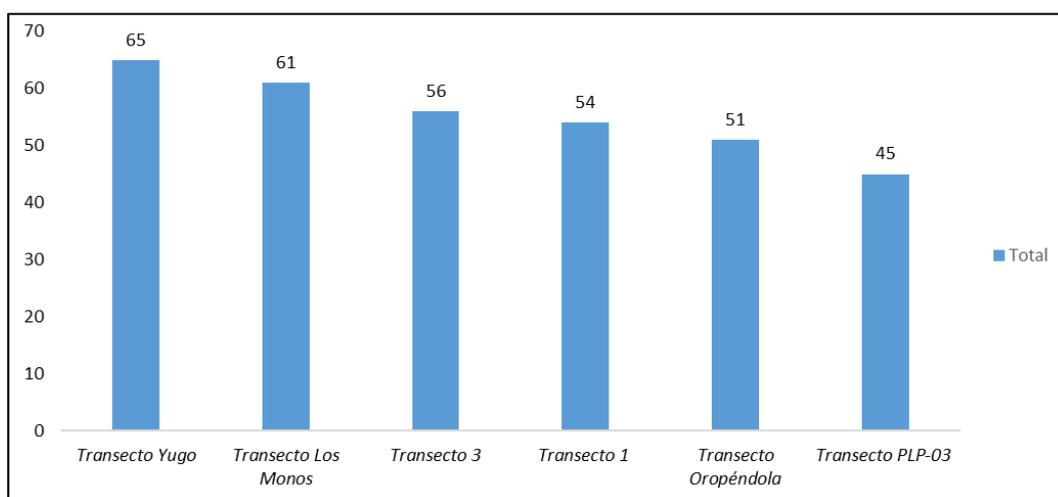


Figura 46. Cantidad de aves identificadas durante monitoreos. II Semestre 2023.

Se incluyen dos nuevos registros de especies a la base de datos general del CG Las Pailas (Tabla 10).

Tabla 10 Nuevos registros de especies de aves durante el periodo

Foto	Especie	Nombre común	Ecología
	<i>Setophaga castanea</i>	Reinita castaña	Migratoria. Reportada en el Transecto El Yugo.
	<i>Tigrisoma fasciatum</i>	Garza tigre de río	Asociado a cuerpos de agua. Reportada en el Transecto El Yugo.

c. Monitoreo de mamíferos

Mamíferos terrestres mediante transectos

Durante los recorridos diurnos y nocturnos fue posible identificar 21 individuos pertenecientes a siete especies distribuidas en seis familias. La especie más abundante es el Mono carablanca (*Cebus imitator*) con ocho registros.



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

En cuanto a la riqueza por sitios de monitoreo, se obtiene que el sitio Los Monos reporta ocho individuos de mono carablanca. El avistamiento directo de mamíferos en los alrededores del CG Pailas y bosques tropicales en general, es bastante difícil ya que la mayoría son especies escurridizas y muchas especies están en algún grado de amenaza. Sin embargo, mediante cámaras trampa y avistamientos ocasionales se logra evidenciar que la presencia de mamíferos en el área de estudio es constante.

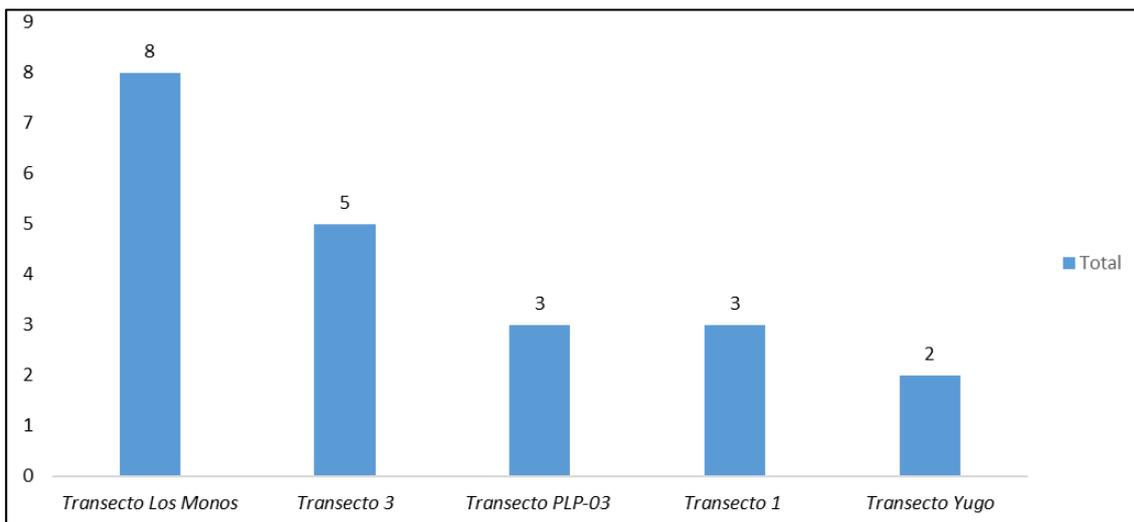


Figura 48. Cantidad de mamíferos identificados durante monitoreos. II Semestre 2023.

En cuanto al estado de conservación de las especies, se registran cinco 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, 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. Asimismo, están incluidos en el Apéndice I CITES. En el Apéndice I de CITES se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales. Por otra parte, el mono araña está catalogada por la UICN como especie en peligro de extinción.

En el caso del mono carablanca, este se sitúa en el Apéndice II de CITES

Además, se reportan dos especies (venado y martilla) 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.

Monitoreo de mamíferos terrestres mediante Foto-trampeo

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

Se colocan dos cámaras trampa marca Bushnell Trophy Cam de visión nocturna en cada transecto, cada una con tarjeta de memoria 32GB y ocho pares de baterías de Litio, estas se instalan en sitios donde se encuentren rastros de mamíferos (Figura 49).



Figura 49. Colocación de cámaras trampa para monitoreo de mamíferos terrestres, II Semestre 2023.

Las cámaras se programaron para que trabajen las 24 horas del día durante 30 días consecutivos y para tomar una secuencia de dos fotos con intervalos de dos segundos a partir de la detección de movimiento. Cada una de las fotografías tiene la información de fecha y hora. Para la seguridad del equipo se construyó una caja de protección para cada cámara, la cual dispone de un candado anti cizalla y una cadena. Las cámaras se colocaron en árboles a una altura de 30 cm del suelo, sin embargo, la altura de instalación puede variar dependiendo del objetivo a capturar.

Por el método de fototrampeo se identificaron un total de 11 especies de mamíferos pertenecientes a ocho familias, tanto de talla grande como medianas ya antes registradas, por ejemplo, tepezcuintle (*Cuniculus paca*), tolu muco (*Eira barbara*), saíno (*Pecari tajacu*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), entre otros. En total se obtuvieron 1726 capturas, de las cuales 178 fueron efectivos.



Figura 50. Registro de venado, Campo Geotérmico Las Pailas. II 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.

d. Monitoreo de murciélagos

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

Redes de Niebla

La captura de murciélagos se realiza mediante redes de niebla, las cuales se colocan de manera sistemática, paralelas a fuentes de agua, transversal a los accesos, en áreas abiertas o parches de bosque. Las redes de niebla se colocan en los transectos de monitoreo, permanecen activas desde las 18:00 a las 20:00 horas, con una frecuencia de muestreo de una red por transecto. Durante la captura de murciélagos, se conoce que los mejores rendimientos se obtienen en condiciones de luz tenue y en ausencia de vientos, lluvias, neblina y otros fenómenos que delatan con mayor facilidad la presencia de las redes.

Cada individuo capturado por la red es retirado, colocado en bolsas de tela respirable y posteriormente identificado a nivel de especie, además, se registraron datos como: sexo, peso y medida del antebrazo y medida de la tibia para posteriormente ser liberado. Todos los individuos son marcados con esmalte para uñas para controlar las recapturas.

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

Durante el II Semestre se capturaron 86 individuos pertenecientes a 10 especies de dos familias, siendo *Artibeus jamaicensis* la especie que tuvo más capturas (N=60).



Figura 51. Instalación de redes de niebla y registro de murciélagos. II semestre 2023

En los trabajos con murciélagos hay muchas variables que influyen en los resultados tales como: atmosféricas (viento, lluvia), la fase lunar y la cantidad de investigadores que participen (esfuerzo muestreo). Cuando llueve o hay fuertes vientos, el monitoreo debe suspenderse por seguridad de los colaboradores, y porque la captura de individuos es casi nula, por lo tanto, no se tiene un patrón en la cantidad de capturas, ya que todos los sitios presentan condiciones y ecosistemas distintos.

Avistamientos

En los alrededores del CG Pailas es común el avistamiento de fauna en las áreas de influencia, estos registros son insumos importantes para la concientización de trabajadores en temas de velocidad de vehículos, medidas de seguridad ante encuentros con fauna y a la vez, son registros que evidencian que la fauna circula en las zonas del Proyecto, muchos avistamientos se registran en áreas que anteriormente eran pastizales y están sometidas a procesos de restauración. Es importante mencionar que no se registran todas las especies que se observen, se consideran algunas que están bajo algún grado de amenaza, migratorias, todos los felinos, todos los primates, serpientes y especies poco comunes, entre otros.

En este periodo se reportan 16 avistamientos, entre ellos mamíferos, aves y reptiles de siete especies. Del grupo de mamíferos se reportan nueve Venados (*O. virginianus*), un león breñero, un manigordo (*L. pardalis*) según se aprecia en la Figura 52, del grupo de las aves se reportan dos lechuzas (*Megascops cooperi*) y dos especies de serpientes no venenosas.



Figura 52. Avistamiento de manigordo y lechuzas, II semestre 2023. Campo Geotérmico Las Pailas.

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

- *Rutas de pasos de fauna en caminos*

Se cuenta con dos pasos subterráneos para fauna, las cuales minimizan el impacto de la carretera en fauna. Algunos de estos impactos son el efecto barrera, el cual restringe el movimiento (permeabilidad) y conectividad de las poblaciones; daños y mortalidad a la fauna (heridos o atropellados) provocando impactos significativos en las poblaciones de las especies.

Adicional al monitoreo de pasos subterráneos, se lleva un registro de los mamíferos terrestres y aéreos que cruzan las carreteras, esta información puede ser insumo para posibles nuevas medidas de mitigación en caso de que la fauna esté frecuentando nuevos sitios de cruce. Sin embargo, para este semestre, no hubo reportes.

- *Pasos tipo zanja para fauna.*

Dentro del Campo se realizaron 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.

El monitoreo de los pasos aéreos consiste en realizar recorridos por los sitios donde se ubica cada estructura, además, se consulta al personal que transita por estos sitios si han observado presencia de monos o algún tipo de fauna utilizando los pasos.

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.

- *Inspecciones de Campo*

Como parte de las inspecciones en las diferentes obras, se verifica el estado y funcionalidad de cunetas, portones, mallas, sedimentadores, lagunas, reductores de velocidad, rotulación y separación de residuos. En caso de hallazgos, se reportan a los distintos encargados para que estos sean atendidos con la brevedad posible para mitigar posibles impactos en la fauna.

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 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).



Figura 53. Revisión de sistemas de impermeabilización de las lagunas. Campo Geotérmico Las Pailas. II Semestre 2023.

- Mantenimiento y revisión de 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. A inicio del periodo se realizó el mantenimiento de los reductores que lo requerían.



Figura 54. Mantenimiento de reductores de velocidad y señalización. Campo Geotérmico Las Pailas. II 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 recibieron dos solicitudes, una relaciona a la visita guiada al Campo Geotérmico Las Pailas (en proceso) la segunda sobre mano de obra para reparar una tubería de agua potable (finalizada).

Quejas: Durante el periodo se recibió una queja (exceso de velocidad de vehículo-institucional) la cual se encuentra finaliza.

Reuniones informativas: Se realizó una reunión virtual con el Hotel Hacienda Guachipelín donde se abordaron temas varios y de seguimiento (Figura 55).

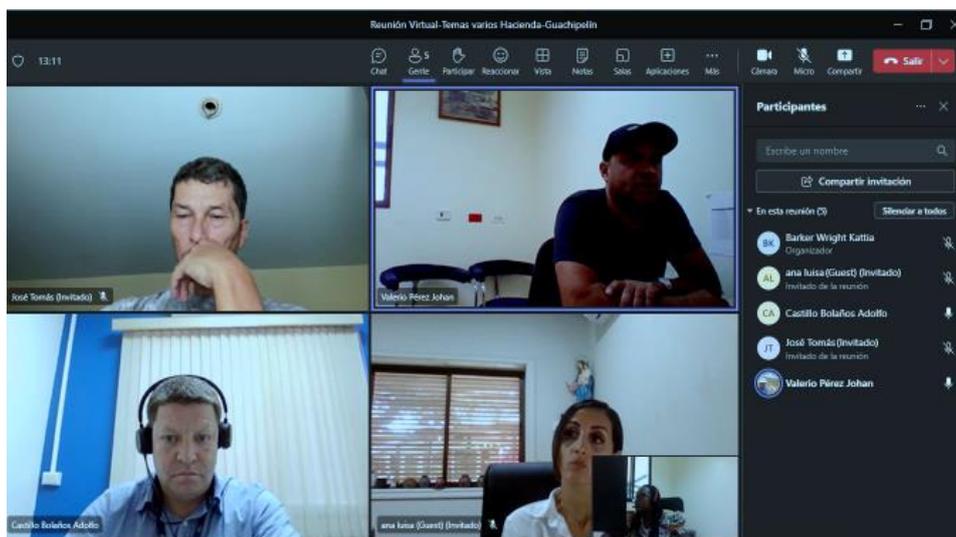


Figura 55. Reunión virtual reunión ICE-Hacienda Guachipelín, II semestre 2023.

En relación con la ejecución de actividades de Educación Ambiental, para el periodo se realizó una charla sobre Gestión de Residuos dirigida a los (as) estudiantes de primer y segundo ciclo del Centro Educativo San Jorge.



Figura 56. Educación Ambiental, Escuela Curubandé, II 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 y cubiertos por geomembrana de protección. Fue reparado el sector de Pailas I donde se había desprendido parte de la geomembrana reportada en el informe anterior.



Figura 57 Taludes y estado de geomembrana en Planta

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

La Planta posee un programa de monitoreo de gases peligrosos, entre ellos H2S y pentano. En este periodo de seguimiento se realizaron monitoreos de H2S dentro de la Planta en puntos establecidos.

Tabla 11 Monitoreo de gases de H2S en Planta Unidad Pailas I durante el segundo semestre del 2023

Sitio de Monitoreo	Julio		Agosto		Setiembre	Octubre	Noviembre	
	6-jul.-23	19-jul.-23	21-ago.-23	30-ago.-23	1-sep.-23	12-oct.-23	19-oct.-23	21-nov.-23
DRENAJES DE LA OEC # 1	0	0	0	0	0	0	0	0
DRENAJES DE LA OEC # 2	0	0	0	0	0	0	0	0
PARTE SUPERIOR DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO ENTRE LAS CELDAS C Y D	0	0	0	0	0	0	0	0
PARTE SUPERIOR DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO ENTRE LAS CELDAS D Y E	0	0	0	0	0	0	0	0
PARTE SUPERIOR DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO ENTRE LAS CELDAS E Y F	0	0	0	0	0	0	0	0
PARTE SUPERIOR DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO ENTRE LAS CELDAS F Y G	0	0	0	0	0	0	0	0
SILENCIADOR	0	0	0	0	0	0	0	0
SISTEMA NEUTRALIZACION	6.5	3.7	4.2	3.9	2.2	2.7	2	3.1
TUBERIAS DE VAPOR Y SALMUERA	1.6	2.1	2	1.8	0	3.2	3.7	0
VAPOR CONDENSADO OEC #1 LADO DERECHO	0	0	0	0	0	0	0	0
VAPOR CONDENSADO OEC #2 LADO DERECHO	0	0	0	0	0	0	0	0
VAPOR CONDENSADO PURGA LADO DERECHO CANAL	0	0	0	0	26.7	0	0	0
VAPOR CONDENSADO PURGA LADO IZQUIERDO CANAL	0	0	0	0	0	0	0	0

De acuerdo con la Tabla 11, 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", a excepción del sitio "Vapor condensado purga lado derecho canal", el cual registró 26.7 ppm en setiembre, que posteriormente fue medido de nuevo y verificado que no existiera persistencia en sitio.

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.

FECHA DE LA MEDICION: 13/7/2023	
OEC # 1	
LADO IZQUIERDO	
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9300A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 900 ppm
CONDENSADORES	BOMBA DE PENTANO 9300B. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 2,2 %
LADO DERECHO	EN LA VALVULA PV-9307. EN LA BRIDA. MEDICION DE 320 ppm
CONDENSADORES	EN LA VALVULA PV-9357. EN LA BRIDA. MEDICION DE 2,8%
OEC # 2	
LADO IZQUIERDO	
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9300A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 4,4 %
CONDENSADORES	BOMBA DE PENTANO 9300B. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 2,3%
LADO DERECHO	EN LA VALVULA PV-9307. EN LA BRIDA. MEDICION DE 2,0%
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	EN LA VALVULA. MEDICION DE 38,7%

FECHA DE LA MEDICION: 10/8/2023	
OEC # 1	
LADO IZQUIERDO	
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9300A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 410 ppm
CONDENSADORES	BOMBA DE PENTANO 9300B. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 960 ppm
LADO DERECHO	
CONDENSADORES	EN LA VALVULA PV-9153. MEDICION DE 11,5 %
TURBINA	EN LA BRIDA. MEDICION DE 440 ppm
OEC # 2	
LADO IZQUIERDO	
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9300A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 4,5 %
CONDENSADORES	BOMBA DE PENTANO 9300B. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 8,1%
LADO DERECHO	EN LA VALVULA PV-9307. MEDICION DE 3,1 %
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9350A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 100 ppm
TURBINA	EN LA BRIDA. MEDICION DE 350 ppm
SISTEMAS COMPARTIDOS	
TANQUE DE PENTANO #1	EN BOMBA DE TRASIEGO, MEDICION DE 410 ppm

FECHA DE LA MEDICION: 05/9/2023	
OEC # 1	
LADO IZQUIERDO	
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9300A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 130 ppm BOMBA DE PENTANO 9300B. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 810 ppm EN LA BRIDA. MEDICION DE 2,10%
LADO DERECHO	
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9300A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 130 ppm BOMBA DE PENTANO 9300B. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 180 ppm
CONDENSADORES	EN LA VALVULA PV-9157. MEDICION DE 2,6 %
OEC # 2	
LADO IZQUIERDO	
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9300A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 4,7 % BOMBA DE PENTANO 9300B. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 2,3%
CONDENSADORES	EN LA VALVULA PV-9307. MEDICION DE 110 ppm
LADO DERECHO	
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9350A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 600 ppm BOMBA DE PENTANO 9350B. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 240 ppm
CONDENSADORES	EN LA MIRA IZQUIERDA. EN LA BRIDA. MEDICION DE 960 ppm
TURBINA	EN LA VALVULA NV-9157B. MEDICION DE 100 ppm
SISTEMAS COMPARTIDOS	
TANQUE DE PENTANO #1	EN BOMBA DE TRASIEGO, MEDICION DE 610 ppm

FECHA DE LA MEDICION: 5/10/2023	
OEC # 1	
LADO IZQUIERDO	
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9300A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 3,4 % BOMBA DE PENTANO 9300B. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 540 ppm CONDENSADORES EN LA VALVULA PV-9307. MEDICION DE 580 ppm
LADO DERECHO	
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9350A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 2,7 % BOMBA DE PENTANO 9350B. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 2,9 %
CONDENSADORES	EN LA VALVULA PV-9157. MEDICION DE 3,1 %
OEC # 2	
LADO IZQUIERDO	
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9300A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 820 ppm BOMBA DE PENTANO 9300B. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 2,6 %
CONDENSADORES	EN LA VALVULA PV-9307. MEDICION DE 4,2 %
LADO DERECHO	
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9350A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 710 ppm BOMBA DE PENTANO 9350B. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 100 ppm
CONDENSADORES	EN LA VALVULA PV-9357. MEDICION DE 4,1 %
TURBINA	EN LA BRIDA. MEDICION DE 390 ppm
SISTEMAS COMPARTIDOS	
TANQUE DE PENTANO #1	EN BRIDA. MEDICION DE 13,5 % EN BOMBA DE TRASIEGO, MEDICION DE 310 ppm

FECHA DE LA MEDICION: 02/11/2023	
OEC # 1	
LADO IZQUIERDO	
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9300A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 6,7% BOMBA DE PENTANO 9300B. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 660 ppm EN LA MIRA DERECHA. EN LA BRIDA. MEDICION DE 360 ppm EN LA VALVULA PV-9307. MEDICION DE 40 ppm
CONDENSADORES	A LA PAR DE LA PUERTA DE LA OEC #1. MEDICION DE 2,0%, SE ADJUNTA FOTO
TURBINA	EN LA VALVULA NV-9107A. MEDICION DE 130 ppm EN LA VALVULA NV-9157B. MEDICION DE 150 ppm EN EL EJE. MEDICION DE 80 ppm
LADO DERECHO	
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9300A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 320 ppm BOMBA DE PENTANO 9300B. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 2,20%
CONDENSADORES	EN LA VALVULA PV-9357. MEDICION DE 220 ppm EN LA VALVULA NV-9107A. MEDICION DE 100 ppm
TURBINA	EN LA VALVULA NV-9157B. MEDICION DE 3,10% EN EL EJE. MEDICION DE 120 ppm
OEC # 2	
LADO IZQUIERDO	
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9300A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 3,3 % BOMBA DE PENTANO 9300B. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 3,1%
CONDENSADORES	EN LA VALVULA PV-9307. MEDICION DE 3,70%
TURBINA	EN EL EJE. MEDICION DE 180 ppm
LADO DERECHO	
SISTEMA BOMBAS DE N-PENTANO	BOMBA DE PENTANO 9350A. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 240 ppm BOMBA DE PENTANO 9350B. EN SELLO DE BOMBA. MEDICION DE 270 ppm
CONDENSADORES	EN LA VALVULA PV-9357. MEDICION DE 150 ppm
SISTEMAS COMPARTIDOS	
TANQUE DE PENTANO #1	EN BOMBA DE TRASIEGO, MEDICION DE 4,9%

Figura 58 Monitoreos de fugas de N-Pentano en Planta Pailas Unidad I

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

El ultimo monitoreo de calidad de agua se realizó en marzo, el cual fue reportado en el informe anterior. Los comedores cuentan con osmosis inversas para el consumo seguro de agua potable. Las osmosis se drenan periódicamente para evitar el ascenso del pH del agua.

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.

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.

Tabla 12 Cuadro de seguimiento del Plan de Gestión Ambiental

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 cumplimiento – 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)	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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 transferencia 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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 estaciones, 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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
PGP-05	Manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas	Agua y suelo	Contaminación por el manejo y almacenamiento inadecuado de	Ley gestión integral de residuos 8839: Art. 59, 60, 68, 69. Reglamento General Para La	<ul style="list-style-type: none"> - 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 	Director del CSRG, IC y Planta – (Equipos de gestión ambiental)	Evitar la contaminación del agua y suelo por derrame de	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Gestión Ambiental del CSRG, IC y Planta - Registro de controles operacionales, según rutas de	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 cumplimiento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
			sustancias peligrosas	Clasificación y manejo de residuos peligrosos DE 37788	<p>para tratamiento y recolección de derrames. Estos sitios confinados deben dirigir posibles derrames a un tanque de neutralización, o envasarlos en estaciones, 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.</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 		sustancias peligrosas		<p>inspección realizadas en áreas de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 		
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.	<ul style="list-style-type: none"> - Monitorear el estado de tuberías y grifos. En caso de identificar fugas o algún desperfecto, reportar al área civil para su reparación. <p>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.</p> <p>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.</p>	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
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	<ul style="list-style-type: none"> - 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 	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	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	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 cumplimiento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
				sobre Riesgos de Trabajo Ley de Protección al Trabajador	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		seguridad ocupacional. Verificar el buen mantenimiento del equipo de protección personal		seguridad y salud en el trabajo (1 por semestre)		
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
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 ambiental e 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

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 cumplimiento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
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 ₂ S	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 ₂ O, Acidez, Ca, Mg, K, CICE en cmol (+)/L y Cu, Fe, Zn, Mn en mg/L., CIC + Bases en Acetato de Amonio (Ca, Mg, K, Na en cmol (+)/ Kg)	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 compañía 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
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	- 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	Director del CSRG – Equipo de gestión ambiental	Dar seguimiento a la efectividad de las medidas propuestas para el restablecimiento o de fauna silvestre. Atender contingencias	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.	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 cumplimiento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
				Convenio sobre diversidad biológica	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		provocadas por la presencia de la fauna silvestre en el sitio que pongan en riesgo al personal y atrasos en los procesos operativos		- Registro fotográfico del estado de los reductores de velocidad, rotulación y pasos de fauna.		
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 ₂ S.	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 H ₂ S y CO ₂ , Estos equipos deben contar con alarmas audibles (10 ppm de H ₂ S, 5000 ppm de CO ₂), que permitan a los encargados de los procesos tomar medidas para resguardar la integridad de los trabajadores. Realizar monitoreo de CO ₂ y H ₂ S 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
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	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

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 cumplimiento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
					recolectados y enviados al Centro de Acopio para gestionar su disposición final -						
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 transferencia 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 ₂ S, pentano y otros)	Calidad del Aire	Contaminación del aire por emisiones de gases: H ₂ S, pentano y otros	DE-30221-S - Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos (Art. 5)	- Realizar un monitoreo de las concentraciones de gases (H ₂ S, 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 (H ₂ S, 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 estar 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 ₂ S (≤ 0,1 ppm promedio 24 H)	Costos incorporados en el presupuesto de operación	Área Química de Planta - Informes del monitoreo de la concentración del H ₂ S 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
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,	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

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 cumplimiento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
					Solidos sedimentables, Solidos suspendidos totales, SAAM, Grasas y Aceites, Temperatura, Porcentaje de saturación, Oxígeno disuelto						
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 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
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

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 cumplimiento – Ejecutores	Momento de Inicio	Momento de conclusión
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	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Unidad Gestión ambiental Proyecto – CS. Gestión Ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 comportamiento 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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

III. No conformidades

No se identificaron no conformidades durante el periodo de seguimiento.

IV. Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo con el seguimiento ambiental realizado de julio a noviembre del 2023, la Planta y el Campo Geotérmico Las Pailas se encuentran operando en cumplimiento con la gestión ambiental. A continuación, se exponen las principales conclusiones del seguimiento:

1. 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 mantiene el control y gestión de residuos desde Planta y Campo Geotérmico, con gestores de residuos autorizados que permite verificar la trazabilidad y disposición. Durante el periodo, fuentes geotérmicas registró 32 190 kg de residuos gestionados relacionados a procesos constructivos, mientras que en Planta se gestionó 3 059.5 kg, principalmente hierro y aceite.
3. Se verifica la permanencia de equipos, bandejas de contención, kits para el control de derrames en espacios de manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas.
4. Los sitios con almacenamiento de sustancias peligrosas mantienen las fichas de seguridad. 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 la rotulación de información al personal, así como uso de equipos de protección y prohibiciones.
5. Se realizaron charlas de inducción ambiental y seguridad al personal. Esto permite minimizar riesgos, considerando aspectos de prevención de accidentes y emergencias, además de reforzar el compromiso con mantener buenas prácticas ambientales.
6. Los taludes en Planta se encuentran estables y fue reparado una parte de la geomembrana que se había desprendido por el viento.
7. Las variables asociadas a ruido, calidad de aguas y aire se mantienen dentro 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.

8. El PG Pailas desarrolla sus actividades atendiendo los diferentes compromisos adquiridos con sus partes interesadas, además, la comunicación permanente permite mantener informado a su entorno más cercano y atendiendo de forma oportuna solicitudes y quejas bajo una estricta trazabilidad.
9. 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.
10. Se incluyeron dos especies de aves a la lista general como parte de los registros de avistamientos.
11. Se realizó la limpieza de los sistemas de sedimentadores para que con la entrada de la época lluviosa estuvieran limpios y sin obstáculos.
12. Los cuerpos de agua monitoreados presentan condiciones de buena calidad, son limpios y sin perturbaciones.

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. 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.

Anotaciones de Bitácora

~~SETENA~~
26 de Julio del 2023. Inspección de regeneración ambiental en Planta. Se realiza recorrida por la unidad de Pailes I, verificando el estado de los taludes, y en la parte interna de los talleres, los canales se encuentran limpios. Los almacenes

ordenados con respectivos sistemas de control de derrames, y fichas de seguridad. El centro de transferencia de residuos está limpio y con pocos residuos. 2:00 pm CI329 SETENA
22 de agosto del 2023. Inspección de regeneración ambiental. Se observan diferentes reparaciones en curbes y turnos del camino de acceso a Planta por el sector de Combustible. Estos arreglos y mantenimientos realizados por equipo ICE. Se inspecciona el lugar donde se instaló el tanque séptico de Pailes I. El lugar se encuentra limpio y operando. Se observa un poco de material de tierra encima de la tapa, por lo que se va a recomendar limpieza y diseñar un cono o muro que evite la caída de material. En Pailes II los taludes están estables pero con crecimiento de maleza interna y en el empedrado de la Planta, por lo que se recomienda dar mantenimiento mensual: con se recomienda por caso de máquinas verificando estado de equipos, limpieza de almacén, fichas de seguridad y kits para el control de derrames. Se hace un recorrido por el campo geotécnico donde se verifica el mantenimiento de la vegetación en líneas de transmisión. 2:30 pm CI329
30 de octubre 2023. Inspección de regeneración ambiental Recorrido por planta verificando el mantenimiento de zonas verdes, sistema de evacuación de aguas sin obstáculos, taludes estables. Se realiza una reunión con personal del BID respecto a los compromisos y cumplimiento en la gestión ambiental. 3:00 pm CI329

14 de noviembre 2023. Inspección de regencia ambiental. Se realiza un recorrido por el campo geotérmico, y se observa vegetación crecida en los márgenes de l cunias y tubería, esto por falta de personal para el mantenimiento. En el sitio donde se ubica el tanque septico de Paikas I la vegetación está muy crecida y ocupa mantenimiento. En el centro de transferencia de residuos ya se observa acumulación de residuos por lo que posterior al mantenimiento, se recomienda hacer la gestión de residuos. Se verifica fecha de seguridad y limpieza de almacenes.

11:30 am CI-329-SETENA 

Firmas digitales

Firma del Responsable Ambiental
Lic. Carlos Alvarez Morales

Firma del Representante Legal
Ing. César Roque Siles